PUBLISHED BY
UNIVERSITY OF NEW MEXICO, NEUTROSOPHIC SCIENCE INTERNATIONAL ASSOCIATION AND LATIN AMERICAN ASSOCIATION OF NEUTROSOPHIC SCIENCES .

VOL 05
2019

NEUTROSOPHIC COMPUTING AND MACHINE LEARNING

ISSN 2574-1101 (ONLINE)
ISSN 2574-1098 (PRINT)

Información para Autores y Suscriptores

"Neutrosophic Computing and Machine Learning" (NCML) es una revista académica que ha sido creada para publicaciones de estudios avanzados en neutrosofía, conjunto neutrosófico, lógica neutrosófica, probabilidad neutrosófica, estadística neutrosófica, enfoques neutrosóficos para el aprendizaje automático, etc. y sus aplicaciones en cualquier campo.

Todos los trabajos presentados deben ser profesionales, con un buen uso del idioma inglés o español, que contengan una breve reseña de un problema y los resultados obtenidos.

La neutrosofía es una nueva rama de la filosofía la cual estudia el origen, naturaleza y alcance de las neutralidades, así como sus interacciones con diferentes espectros ideacionales. La teoría considera que cualquier noción o idea <A> junto a su opuesto o negación <antiA> y el espectro de neutralidades <neutA> entre ellos(es decir nociones o idea que no soportan a ni a <A> ni a <antiA)). Las ideas <neuA> y <antiA> juntas son nombradas <noA>.

La neutrosofía es una generalización de la dialéctica de Hegel (Esta última es basada en <A> y <AntiA> solamente).

De acuerdo a esta teoría toda idea <A> tiende a ser neutralizada y balanceada por <antiA> y <noA>-como un estado de equilibrio.

En su forma clásica <A>, <neutA>, <antiA> son disjuntos dos por dos. Pero como en varios casos los límites entre conceptos son vagas a imprecisas, es posible que <A>, <neutA>, <antiA> (y <nonA> por supuesto) tengan partes comunes dos por dos también, o incluso los tres a la vez.

Los conjunto neutrosóficos y la lógica neutrosófica son generalizaciones de los conjuntos difusos de la lógica difusa respectivamente (y especialmente de los conjuntos intuicionista y respectivamente de la lógica difusa intuicionista). En la lógica neutrosófica cada proposición tiene un grado de veracidad (T), un grado de indeterminación (I) y un grado de falsedad (F) donde T, I, F son subconjuntos estándar o no estándar de] -0, 1+ [,

La Probabilidad Neutrosófica es una generalización de las probabilidades clásicas e imprecisas.

La estadística neutrosófica es una generalización de la estadísticas clásicas e imprecisas.

Lo que distingue a la neutrosofía de otros campos es el <neutA>, que no significa ni <A> ni <antiA>.

<neutA> , el cual por supuesto depende de <A>, puede ser indeterminación, neutralidad, empate en un juego, desconocimiento, contradicción, ignorancia, imprecisión, etc.

Todos los envíos deben realizarse con el siguiente formato: http://fs.gallup.unm.edu/NCML/NCML-paper-template.doc

http://fs.gallup.unm.edu/ebooks-other formats.htm

Para poner a consideración un trabajo, envíe el archivo por correo electrónico a los editores en jefe. Para solicitar problemas impresos, póngase en contacto con los editores. Esta revista es de acceso abierto, no comercial, edición académica. Es impreso para donaciones privadas.

Más información sobre la neutrosofía, así como un conjunto de libros y materiales en distintos idiomas se encuentran libremente disponibles en el sitio de la UNM: http://fs.gallup.unm.edu/neutrosophy.htm

La página principal de esta revista puede ser accedida en: http://fs.gallup.unm.edu/NCML/

Neutrosophic Computing and Machine Learning

A Quarterly International Journal in Information Science and Engineering

Address: Neutrosophic Computation and Machine Learning, University of New Mexico, Mathematics & Science Department, 705 Gurley Ave., Gallup, NM 87301, U.S.A.
E-mail: smarand@unm.edu.
http://fs.unm.edu/NCML/

Content



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico 

Grado de dependencia e independencia de los (sub) componentes de Conjuntos Borrosos y Neutrosóficos

Florentin Smarandache[1]

[1]Universidad de Nuevo México, Matemáticas y Ciencia Departamento, 705 Gurley Ave., Gallup, NM 87301, EE.UU., E-mail: smarand@unm.edu

Resumen. La introducción del grado de dependencia (y en consecuencia el grado de independencia) entre los componentes del conjunto difuso, y también entre los componentes del conjunto neutrosófico, se introduce por primera vez en la quinta edición del libro de Neutrosofía en el año 2006, basado en los elementos descritos en dicha edición del libro, se comienza a conocer conceptos de conjuntos neutrosóficos de los componentes borrosos así como los grados de dependencia e independencia, Por tal motivo el objetivo del presente trabajo es extender el conjunto neutrosófico refinado, teniendo en cuenta la grado de dependencia o independencia de los subcomponentes que integran los conjuntos borrosos y neutrosóficos.

Palabras claves: Neutrosofía, conjunto neutrosófico, conjunto difuso, grado de dependencia e independencia de los subcomponentes.

1 Refinado de Conjuntos Neutrosóficos

Comenzamos con la definición más general, el de una n-valorado refinado de un conjunto neutrosófico el cual es representado por •.

Un elemento • desde • pertenece al conjunto tal y como se muestra en 1.

(• 1,• 2,…,• •; • 1,• 2,…,• •; • 1,• 2,…,• •) ∈ • (1)

Dónde:

•,•,• ≥ 1 son enteros, y • + • + • = • ≥ 3,

y

• 1,• 2,…,• •; • 1,• 2,…,• •; • 1,• 2,…,• • (2)

Ellos son respectivamente, grados sub-miembros, grados sub-indeterminación, y grados sub-no pertenencia de elemento X con respeto al valor refinado de los conjunto neutrosóficos A. Y por lo tanto, se tiene a n como (sub) componentes. Al considerar todos ellos como números nítidos en el intervalo [0, 1], se obtiene según el caso general que se muestra a continuación.

1.1 Caso general

En la expresión 3 se muestran las variables del componente CRISP.

• 1,• 2,…,• • ∈ [0, 1] (3)

Si todos ellos son 100% independiente de dos en dos, entonces se suman como se muestra en la expresión 4.

0 ≤ • 1 + • 2 + … + • • ≤ • (4)

Pero si todos ellos son 100% dependientes (totalmente interconectado), entonces:


Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico


$$0 \leq \bullet\ 1 + \bullet\ 2 + \ldots + \bullet \bullet \leq 1 \tag{5}$$

Cuando algunos de ellos son parcialmente dependientes y parcialmente independientes, entonces

$$\bullet\ 1 + \bullet\ 2 + \ldots + \bullet \bullet \in (1, \bullet) \tag{6}$$

Por ejemplo, si • 1 y • 2 son 100% dependientes, entonces

$$0 \leq \bullet\ 1 + \bullet\ 2 \leq 1 \tag{7}$$

Mientras que otras variables • 3, ..., • • son 100% independientes unos de otros y también con respecto a • 1 y • 2, entonces;

$$0 \leq \bullet_3 + \cdots + \bullet_\bullet \leq \bullet - 2 \tag{8}$$

así

$$0 \quad \leq \bullet\ 1 + \bullet\ 2 + \bullet\ 3 + \cdots + \bullet \bullet \leq \bullet - 1 \tag{9}$$

2 Conjunto Borroso

Si • y • constituyen la composición y, respectivamente, la no pertenencia de un elemento • (•, •) con respecto a un conjunto difuso •, dónde •, • son números nítidas en [0, 1].
Si • y • son dependientes el uno del otro 100%, entonces uno tiene como en la teoría de conjuntos difusos clásica.

$$0 \leq \bullet + \bullet \leq 1 \tag{10}$$

Pero si • y • son 100% independientes entre sí (que se define ahora por primera vez en el dominio de la lógica fuzzy setand), entonces

$$0 \leq \bullet + \bullet \leq 2 \tag{11}$$

Si Consideramos que la suma • + • = 1, y la información sobre los componentes se ha completado, entonces; y • + • <1, si la información acerca de los componentes es incompleta. Similar, para • + • = 2 con el fin de obtener información completa, y • + • <2 para obtener información incompleta. Por tanto, para obtener información completa sobre el T y F, se tiene:

$$\bullet + \bullet \in [1,2] \tag{12}$$

Grado de dependencia y Grado de independencia de dos componentes

En general según [1], la suma de dos componentes x e y, que varían en el intervalo unitario [0, 1] es información (suma> 1), o la información completa (suma = 1)

$$0 \leq \bullet + \bullet \leq 2 - {}^{\circ}\bullet (\bullet, \bullet) \tag{13}$$

Dónde:

° • (•, •) es el grado de dependencia entre X y Y.



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019



University of New Mexico



Y

2 - ° • (•, •), es el grado de independencia entre X y Y.

Por tanto; ° • (•,•) ∈ [0,1]

Y es cero cuando X y Y son 100% independiente, y 1 cuando X y Y son 100% dependiente.

Si los tres componentes T, I, F son dependientes, a continuación, de manera similar uno deja espacio para la información incompleta (suma <1), o la información completa (suma = 1).
Los componentes dependientes están atados juntos. Tres fuentes que proporcionan información sobre T, I y F, respectivamente, son independientes si ellos no pueden comunicarse entre sí y no se influyen mutuamente.

Por lo tanto, max {T + I + F} es 1 (cuando el grado de independencia es cero) y 3 (cuando el grado de independencia es 1). En general, si T y F son • % dependiente [y por consiguiente (100 - •) % independiente], tal como se muestra en la ecuación 14.

$$0 \leq \bullet + \bullet \leq 2 - \bullet / 100 \qquad (14)$$

3 Ejemplo de Set Fuzzy con Parcialmente Componentes dependientes y parcialmente independientes

Un ejemplo lo es, si • y • son 75% (= 0,75) dependiente, entonces esto se muestra como en la ecuación 15

$$0 \leq \bullet + \bullet \leq 2 - 0{,}75 = 1{,}25 \qquad (15)$$

4 Conjunto Neutrosófico

El conjunto neutrosófico (NS) es un marco general para la unificación de muchos conjuntos existentes, tales como conjuntos difusos (sobre todo de conjuntos difusos intuicionista), conjuntos paraconsistentes, conjunto intuicionista, etc. La idea principal de NS es la caracterización de cada declaración de valor en un espacio 3D-neutrosófico, donde cada dimensión del espacio es representada respectivamente.

El número de miembros / verdad (T), la no pertenencia / falsedad (F), y la indeterminación con respecto a la pertenencia / no pertenencia (I) de la declaración bajo consideración, en donde T, I, F son subconjuntos estándar o no estándar reales de $]-0, 1+[$, con no necesariamente ninguna conexión entre ellos.

Para las propuestas de ingeniería de software se utiliza el intervalo de la unidad clásica. Para conjunto neutrosófico de un solo valor, la suma de los componentes $(T + I + F)$

$$0 \leq T + I + F \leq 3 \qquad (16)$$

Cuando los tres componentes son independientes; T, I, F, de manera similar se deja el espacio para la información incompleta (suma <1), o la información completa (suma = 1). Los componentes dependientes están atados juntos. Tres fuentes que proporcionan información sobre T, I y F, respectivamente, son independientes si ellos no pueden comunicarse entre sí y no se influyen mutuamente.

Por lo tanto, $max\ \{T + I + F\}$ es igual 1 (cuando el grado de independencia es cero) y 3 (cuando el grado de independencia es 1)

5 Ejemplos de Set neutrosófico con componentes parcialmente dependientes e independientes parcialmente

A través del $max\ \{T + I + F\}$ se puede obtener cualquier valor en (1, 3).

Por ejemplo:



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico



a. Supongamos que T y F son 30% dependiente y 70% independiente. Por lo tanto, $T + F \leq 2 - 0{,}3 =$ 1.7), mientras que I y F son 60% dependiente y 40% independiente, por lo tanto;

$$I + F \leq 2 - 0{,}6 = 1{,}4 \quad (17)$$

Entonces;

$max\,\{T + I + F\} = 2{,}4$ y se produce para $T = 1, I = 0.7, F = 0{,}7$.

b. Supongamos que T e I son 100% dependiente, pero I y F son 100% independiente. Por lo tanto, $T + I \leq 1\, e\, i + F \leq 2$, entonces $T + I + F \leq 2$.

6 Más de refinado del conjunto neutrosófico

El Set o conjunto neutrosófico refinado, según [4], se introdujo por primera vez en 2013. En este conjunto el componente neutrosófico (T) se divide en los subcomponentes $(T1,\ T2)$,

$$0 \leq T + I + F \leq 2 \quad (18)$$

Cuando dos componentes son dependientes, mientras que el tercero es independiente de ellos; como por ejemplo: ..., T pág.) que representan tipos de verdades (o sub-verdades), el componente neutrosophic (I) se divide en los subcomponentes (I1, yo2, …, YOr) que representa tipos de indeterminaciones (o sub-indeterminaciones), y los componentes neutrosóficos (F) se dividen en el subcomponentes (F1, F2, ..., Ms) que representan tipos de mentiras (o sub-falsedades), de tal manera que p, r, s son enteros ≥ 1 y $p + r + s = n \geq 4$.

Entonces;

$0 \leq T + I + F \leq 1$, cuando los tres componentes son dependientes.

a. Cuando tres o dos de los componentes T, I, F son independientes, la información que se obtiene es incompleta, (suma <1), paraconsistentes y contradictorio

b. Cuando $n = 3$, se obtiene el conjunto no refinado neutrosófico para todo $tj,\ yok,\ y\ Flll$ que son subcomponentes delsubconjuntos de [0, 1].

Al considerar el caso de conjunto neutrosófico de valor único refinado, es decir, cuando todos los subcomponentes n son números nítidas entre [0,1]. La suma de todos los subcomponentes es:

$$S \cdot \bullet_{1}^{pag}\ T_j \cdot \bullet_{1}^{r}\ yo_k \cdot \bullet_{1}^{s}\ F_l \quad (19)$$

Cuando todos los subcomponentes son independientes de dos en dos, ellos se representan como se muestra en 19.

$$0 \leq S \leq n \quad (20)$$

c. Si metro es un subcomponente igual a 100% dependiente, entonces; 2 ≤ m ≤ n, sin importar si se encuentran entre $T\ j,\ yo\ k,\ F\ IIIII$ o mezclado, esto se muestra a través de la expresión 21.



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico



$$0 \leq S \leq n - m1 \tag{21}$$

Cuando se tiene $S = n - m + 1$, la información está completa, mientras que $S < n - m + 1$, la información es incompleta.

7 Ejemplos de refinado de conjuntos neutrosóficos con componentes parcialmente dependientes y parcialmente independientes.

a. Supongamos que T se divide en $T1, T2, T3,$ y yo no se divide, mientras que F se divide en $F1$ y $F2$. Por lo tanto, se tiene:

b.

$$\{T1, T2, T3; YO; F1, F2\} \tag{22}$$

Lo que representa un total de 6 subcomponentes. Si los 6 componentes son 100 % independiente de dos en dos, entonces:

$$0 \leq T1 + T2 + T3 + I + F1 + F2 \leq 6 \tag{23}$$

c. Supongamos que los subcomponentes $T1$, $T2$, $y F1$ son 100% dependiente de todos juntos, mientras que los otros son totalmente independientes de dos en dos e independiente de T1, T2, F1, Por lo tanto:

$$0 \leq T1 + T2 + F1 \leq 1 \tag{24}$$

De dónde:

$$0 \leq T1 + T2 + T3 + I + F1 + F2 \leq 6 - 3 + 1 = 4 \tag{25}$$

Entonces; se obtiene la igualdad a 4 cuando la información está completa, o estrictamente menor que 4 cuando la información es incompleta.

d. Supongamos que en otro caso que $T1$ y I son 20% ° dependientes, o $D\ (t1,\ I)$ = 20%, mientras que los otros de manera similar totalmente independientes de dos en dos e independientes de $T1$ y I, por lo tanto:

$$0 \leq T1 + I \leq 2 - 0.2 = 1.8 \tag{26}$$

Donde:

$$0 \leq T1 + T2 + T3 + I + F1 + F2 \leq 1{,}8 + 4 = 5{,}8 \tag{27}$$

Desde:

$$0 \leq T2 + T3 + F1 + F2 \leq 4 \tag{28}$$



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico



Del mismo modo, a la derecha tiene la igualdad para la información completa, y la desigualdad estricta de información incompleta.

Conclusiones

Se introduce por primera vez el grado de dependencia / independencia entre los componentes del conjunto difuso y conjunto neutrosófico, a través de ejemplos sencillos sobre la gama de la suma de los componentes, y la manera de representar los grados de dependencia y la independencia de los componentes, el objetivo se detalló con profundidad. Por otra parte, se extendió el conjunto refinado neutrosófico, teniendo en cuenta el grado de dependencia o independencia de subcomponentes.

Referencias

[1]. Florentin Smarandache, Neutrosophy. Neutrosophic Probabilidad, Set, y la lógica, ProQuest Information & Learning, Ann Arbor, Michigan, EE.UU., 105 p., 1998, 2000, 2003, 2005, 2006; http://fs.gallup.unm.edu/eBook-neutrosophics5.pdf (quinta edición).

[2].Florentin Smarandache, Grado de dependencia y Independencia de Neutrosophic de componentes lógicos aplicada en Física, 2016 Reunión Anual de Primavera de la Sociedad Americana de Física (APS) Sección de Ohio-Región, Dayton, Ohio, EE.UU., 08-09 de abril de 2016 08.

[3].Vasile Pătraşcu, Penta y hexa Valorado Representación de Neutrosophic Información, Informe Técnico TI.1.3.2016 10 de marzo de 2016, DOI: 10.13140 / RG.2.1.2667.1762.

[4].Florentin Smarandache, Refinada literal Indeterminacy y la Ley Multiplicación de Sub-indeterminaciones, Sets Neutrosophic y Sistemas, 58-63, Vol. 9, 2015.

[5]. Florentin Smarandache, n-Valorado refinado Neutrosophic lógica y sus aplicaciones en física, El progreso en Física, 143-146, Vol. 4, 2013. http://fs.gallup.unm.edu/nvaluedNeutrosophicLogic-PiP.pdf



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019,

University of New Mexico





Mapa cognitivo neutrosófico para el apoyo al diagnóstico de enfermedades renales

Daylin Hernández Prieto[1], Maydelis Crusá Lorenzo[2], Alexande Rodríguez[3], Neilys González Benítez[4]

[1] Especialista de primer grado en Nefrología, Profesor Instructor, Hospital Clinico Quirurgico Docente Abel Santa Maria Cuadrado, Pinar del Río, 20100, Cuba. E-mail: nelson81@nauta.cu

[2] Especialista en Medicina General Integral, Especialista en Nefrología, profesor asistente, Hospital Clinico Quirurgico Docente Abel Santa Maria Cuadrado, Pinar del Río, 20100, Cuba E-mail: anapaula@infomed.sld.cu

[3] Especialista en Medicina General Integral, Especialista en Nefrología, profesor instructor, Hospital Clinico Quirurgico Docente Abel Santa Maria Cuadrado, Pinar del Río, 20100, Cuba E-mail: nelsonale@infomed.sld.cu

[4] Dra. in Technical Sciences, Center Meteorological of the Pinar del Río, Post Code: 20100, Cuba. E-mail: neilysgonzalezbenitez@gmail.com

Resumen. El diagnóstico de enfermedades es un proceso complejo, ya que, a menudo, los datos médicos y la información se encuentra en diferentes formatos, lo que conlleva a que la misma posea incertidumbre, la cual requiere ser tratada con técnicas informática – matemática, para obtener una mayor interpretabilidad de la misma, en aras de disminuir la incertidumbre y asistir con mayor certeza al apoyo del diagnóstico de enfermedades. El objetivo del presente trabajo es desarrollar un mapa cognitivo neutrosófico para el apoyo al diagnóstico de enfermedades renales, que permita disminuir la incertidumbre, obtener una mayor interpretabilidad de los datos, para asistir con mayor certeza al apoyo del diagnóstico de enfermedades haciendo uso de la lógica neutrosófica y en particular de los mapas cognitivos neutrosóficos.

Palabras Claves: Mapas cognitivos neutrosófico, diagnóstico de enfermedades, incertidumbre, certeza, enfermedades renales

1 Introducción

La necesidad de tomar decisiones en el diagnóstico de enfermedades renales es un proceso complejo, que se encuentra en continua transformación, el cual puede llegar a no poseer la certeza adecuada, por la imposibilidad de asimilar toda la información requerida para adoptar la decisión médica más adecuada. El proceso de toma de decisiones médicas es complejo, ya que, a menudo, los datos médicos y la información son imprecisos, contradictorios, ausentes o no fáciles de interpretar. Por lo tanto, el médico tiene que tener en cuenta muchos datos e información de fuentes interdisciplinarias (datos de los pacientes, el examen de los médicos, la evaluación física, pruebas de laboratorio), para alcanzar la solución más adecuada [1]. De ahí que seleccionar la representación correcta de la información relacionada con el paciente es un factor clave del éxito.

La lógica neutrosófica es una generalización de la lógica difusa basada en el concepto de neutrosofía [2,3]. Una matriz neutrosófica, por su parte, es una matriz donde los elementos a = (aij) han sido reemplazados por elementos en ⟨RUI⟩, donde ⟨RUI⟩ es un anillo neutrosófico entero [4]. Un grafo neutrosófico es un grafo en el cual al menos un arco es un arco neutrosófico [5]. Si la indeterminación es introducida en un mapa cognitivo [6] entonces es llamado un mapa cognitivo neutrosófico, el cual resulta especialmente útil en la representación del conocimiento causal al permitir la representación y análisis de la indeterminación [7, 8].

Actualmente los Mapas Cognitivos Neutrosóficos son un campo abierto de investigación, desarrollo y aplicación en la toma de decisiones. El análisis estático en un mapa cognitivo neutrosófico se centra en la selección de los conceptos que juegan un papel importante en el sistema modelado [9]. Se realiza a partir de la matriz de adyacencia tomando en consideración el valor absoluto de los pesos [10].

Para nuestro caso de estudio se realiza un análisis de las enfermedades que ocasionan daño estructural y/o funcional del riñón, evidenciado por:

a) Marcadores de daño renal en orina (proteinuria, microalbuminuria, hematuria),
b) Alteraciones patológicas en imágenes histológicas
c) Disminución del filtrado glomerular (FG) <60 ml/min en ausencia de otros marcadores de daño renal, independientemente de la causa que lo originó, por un período de 3 o más meses [11].


Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico


Es de destacar que la visión epidemiológica de las enfermedades renales ha cambiado notablemente. En la actualidad estas enfermedades han afectado a un porcentaje significativo de la población, debido fundamentalmente a que sus causas principales residen en trastornos de alta prevalencia como el envejecimiento, la hipertensión arterial, la diabetes mellitus y las enfermedades vasculares [12,13].

Estas enfermedades son de difícil diagnóstico a priori, están relacionadas con diferentes conductas de otras enfermedades como las antes mencionadas, poseen elementos subjetivos, sobre el diagnóstico de las mismas, pueden ser mortales o provocar un debilitamiento crónico del paciente, no se manifiestan igual en cada individuo por lo que se les atribuye numerosos signos clínicos, requieren esfuerzos combinados para tratarlas. Por lo cual se hace complejo un diagnóstico preciso solamente con la experiencia de los médicos especialistas en esta rama [14].

En el mundo existen aplicaciones que recogen el conocimiento de numerosos expertos en el área de enfermedades renales, las cuales están almacenadas en disimiles Bases de Datos, las cuales no siempre están disponibles para hacer uso de ellas. Por otra parte. Debido a que las enfermedades renales tienen características especiales y factores incidentes, desde el punto de vista genético, se hace imprescindible la valoración integral del paciente y la familia, en el área de salud del paciente para analizar causas, incidencia y prevalencia de la enfermedad de acuerdo a la relación paciente – familia.

Partiendo de la problemática planteada se desarrolla un mapa cognitivo neutrosófico, para el apoyo al diagnóstico de enfermedades renales, que permita disminuir la incertidumbre, obtener una mayor interpretabilidad de los datos, para asistir con mayor certeza al apoyo del diagnóstico de enfermedades haciendo uso de la lógica neutrosófica y en particular de los mapas cognitivos neutrosóficos.

Los mapas cognitivos neutrosóficos en el presente estudio, facilitan una mayor interpretabilidad de los datos, relacionados con las enfermedades renales, ellos contribuyen a la correlación entre los factores de mayor incidencia y los síntomas y signos que presentan los pacientes. La neutrosofía, que fue propuesta por [15] para el tratamiento de las neutralidades ha formado las bases para hacer uso una serie de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica, según refiere [16] y es por ello que su uso en diferentes técnicas es utilizado con frecuencia

La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado según refiere [17] como N = $\{(T,,): T,I,F \subseteq [0,1]\}$ n, lo que representa una valuación neutrosófica, considerada como un mapeo de un grupo de fórmulas proposicionales a N, y por cada sentencia p para obtener el resultado a través de la ecuación 1.

$$v(p) = (T, I, F) \quad (1)$$

Un grafo neutrosófico, es un grafo en el cual al menos un arco es un arco neutrosófico [18]. En una matriz de adyacencia neutrosófica los arcos cuando son iguales a 0, significan que no poseen conexión entre los nodos, cundo son iguales a 1, significa que posee conexión entre nodos, y cuando son iguales a I, significa que la conexión es indeterminada (desconocida si es o si no). Tales nociones no se utilizan en la teoría difusa.

2 Materiales y métodos

Se realizó una investigación aplicada basada en un estudio descriptivo, prospectivo, longitudinal en el servicio de hemodiálisis del Hospital General Docente Abel Santamaría Cuadrado de la provincia de Pinar del Río, Cuba; en el período comprendido de 2014 - 2018. El universo estuvo compuesto por 108 pacientes que padecen de enfermedad renal y la muestra estuvo constituida por los 108 pacientes, coincidiendo con el universo.

Basado en lo antes referido se desarrolla un marco de trabajo que facilita el análisis estático en un mapa cognitivo neutrosófico, el cual se centra en la selección de los datos analíticos de los pacientes con afecciones renales. Se consideró en el estudio los valores de referencia tomados como normales de calcio (2.10-2.37 mmol/l) y de fósforo (1.13-1.78 mmol/l). Con estos valores de calcio y fósforo se determinó el producto fósforo cálcico de cada paciente, además se tuvo en cuenta datos demográficos como sexo, edad, tiempo en hemodiálisis y etiología de la enfermedad renal.

El marco de trabajo propuesto, se muestra en la figura 1, el mismo consta de tres componentes fundamentales, que son:

1. Entrada, que se corresponde con los datos clínicos de los pacientes, cuyos datos son recogidos en su historia clínica.
2. Actividades, se corresponde con un grupo de actividades a desarrollar por los especialistas en nefrología, con el fin de obtener diagnósticos médicos certeros desde los criterios que se obtiene en este componente.
3. Salida, se corresponde con la información actualizada de las historias clínicas de los pacientes.

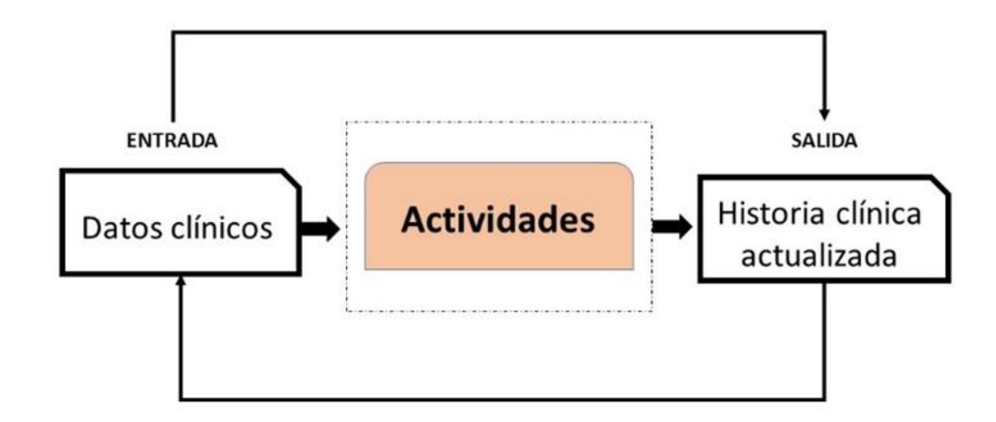


Figura 1. Marco de trabajo propuesto para el apoyo al diagnóstico de enfermedades renales, basado en mapas cognitivos neutrosófico. **Fuente:** Elaboración propia.

El marco de trabajo propuesto en la figura 1, guía el proceso para el apoyo al diagnóstico de enfermedades renales, basado en mapas cognitivos neutrosófico. La estructura integrada de los factores que inciden en el desarrollo de enfermedades renales son modelados a través del uso de un mapa cognitivo neutrosófico, el cual contribuye a la obtención del análisis cuantitativo de las características que se corresponden con los factores de análisis.

Los mapas cognoscitivos neutrosóficos son una generalización de los mapas cognitivos difusos. Los mapas cognitivos difusos son introducidos por Axelrod [17] donde los nodos representan conceptos o variables en un área de estudio determinada y los arcos indican influencias positivas o negativas, las que son consideradas relaciones causales. Ellos han sido aplicados en diversas áreas, especialmente en el apoyo a la toma de decisiones y en el análisis de sistemas complejo según refieren [19].

3 Resultados

Se obtiene como resultado un predominio del sexo masculino sobre el femenino con un total de 70 (64.8%) y 38 (35.1%) respectivamente y se encontró además un mayor número de pacientes con afecciones renales, en las edades comprendidas entre 18 y 49 años.

Basado en el análisis de las causas que ocasionan daño estructural y/o funcional del riñón, se detectan los principales factores que con frecuencia inciden en las enfermedades renales, destacándose:

- Hipertensión arterial (HTA)
- La Diabetes Mellitus (DM)
- La glomerulopatías (GL)

Por otra parte, se destaca el predominio de pacientes del sexo masculino con producto de fósforo cálcico normal y sin calcificaciones vasculares.

Los resultados obtenidos se presentan en términos lingüísticos, para obtener una mayor interpretabilidad de ellos es necesario su tratamiento, para cuantificar los mismos. Por tal motivo, en el presente estudio, se utilizan


Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019


University of New Mexico


los mapas cognoscitivos neutrosóficos, como herramienta para el modelado de las características que se relacionan con los factores que inciden en el desarrollo de enfermedades renales. El análisis estático en los mapas cognitivos neutrosóficos se centra en la selección de los conceptos que juegan un papel más importante en el sistema modelado [9]. Esta selección se realiza a partir de la matriz de adyacencia tomando en consideración el valor absoluto de los pesos [10].

Un análisis estático en mapas cognitivos neutrosóficos según [20] da como resultado inicialmente número neutrosóficos de la forma (a+bI, donde I = indeterminación) [21]. El mismo requiere de un proceso de-Neutrosificación tal como fue propuesto por Salmerón y Smarandache [22]. I ∈ [0,1] es reemplazado por sus valores máximos y mínimos. Esencialmente para realizar un análisis estático en un mapa cognitivo neutrosófico se debe seguir los pasos que se muestran en la figura 2.



Figura 2. Pasos a seguir para el análisis estático en un mapa cognitivo neutrosófico. **Fuente**: [16]

Las medidas que se describen a continuación se emplean en el modelo propuesto, las mismas se basan en los valores absolutos de la matriz de adyacencia [23]:

- Outdegree (vi) es la suma de las filas en la matriz de adyacencia neutrosófica. Refleja la fortaleza de las relaciones (cij) saliente de la variable.

$$od(vi) = \sum_{i=1}^{n} c_{ij} \tag{2}$$

- Indegree (vi) es la suma de las columnas Refleja la Fortaleza de las relaciones (cij) saliente de la variable.

$$id(vi) = \sum_{i=1}^{n} c_{ij} \tag{3}$$

- Centralidad total (total degree (vi)), es la suma del indegree y el outdegree de la variable.

$$td(vi) = od(vi) + id(vi) \tag{4}$$

Para la evaluación de los factores de mayor peso en los pacientes con afecciones renales, con un mapa cognitivo neutrosófico, se obtiene una vez construido el mapa cognitivo neutrosófico y de la experiencia de los nefrólogos. La matriz de adyacencia neutrosófica generada se muestra en la tabla 1.

	HTA	DM	GL
HTA	0	0	-0.3
DM	0	0	0
GL	0	I	0


Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico


Tabla 1. Matriz de adyacencia neutrosófica. **Fuente:** Elaboración propia.

Las medidas de centralidad son calculadas a través de las medidas Outdegree e Indegree, resultados que se muestran en la tabla 2.

Nodo	**Id**	**Od**
HTA	0	0
DM	I	0
GL	0.3	I

Tabla 2. Medidas de centralidad, Outdegree, Indegree. **Fuente:** Elaboración propia.

Calculadas las medidas de centralidad, se clasifican los nodos del mapa cognitivo neutrosófico, resultado que se muestra en la tabla 3.

	Nodo transmisor	Nodo receptor	Ordinario
HTA			X
DM	X		
GL	X		

Tabla 3. Clasificación de los nodos. **Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla 3, los nodos son clasificados como DM y GL receptores y HTA nodo ordinario.

La centralidad total (total degree (vi)), es calculada a través de la ecuación 4, los resultados para nuestro caso de estudio se muestran en la tabla 4.

	Td
HTA	0
DM	I
GL	0.3+I

Tabla 4. Centralidad total. **Fuente:** Elaboración propia.

El próximo paso es el proceso de des Neutrosificación como refieren Salmeron y Smarandache [24]. $I \in [0,1]$ es reemplazado por valores máximos y mínimos. En la tabla 5 se muestran los valores de los intervalos.

	Td
HTA	0
DM	[0, 1]
GL	[0.3,1.3]

Tabla 5. De – nuetrosificación total de los valores de centralidad total. **Fuente:** Elaboración propia.


Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019


University of New Mexico


Finalmente se trabaja con la media de los valores extremos, la cual se calcula a través de la ecuación 5, la cual es útil para obtener un único valor según refiere [25]. Valor que contribuye a la identificación de los factores de mayor incidencia en los pacientes con afecciones renales.

$$\lambda([a_1, a_2]) = \frac{a_1 + a_2}{2} \tag{5}$$

Entonces;

$$A > B \Leftrightarrow \frac{a_1 + a_2}{2} > \frac{b_1 + b_2}{2} \tag{6}$$

Basado en la ecuación 5, se obtiene la mediana de los valores extremos para analizar los factores de mayor incidencia con respecto a las enfermedades renales. Los resultados se muestran en la tabla 6.

	Td
HTA	0
DM	0.5
GL	0.8

Tabla 6. Mediana de los valores extremos. **Fuente**: Elaboración propia.

A partir de estos valores numéricos se obtiene el siguiente orden:

$\boldsymbol{GL > DM > HTA}$

Los resultados obtenidos manifiestan que los factores que mayor incidencia poseen en los pacientes aquejados con enfermedades renales son los que presentan glomerulopatías (GL), posteriormente los que padecen de Diabetes Mellitus (DM) y luego los hipertensos (HTA), resultados acordes a las observaciones y síntomas de los pacientes que presentan daños estructurales y/o funcionales del riñón que son evidenciados por marcadores de daño renal en orina (proteinuria, microalbuminuria, hematuria) y alteraciones patológicas en imágenes histológicas y la disminución del filtrado glomerular (FG) <60 ml/min en ausencia de otros marcadores de daño renal.

Conclusiones

En el presente estudio se observó un predominio del sexo masculino sobre el femenino con un total de 70 (64.8%) y 38 (35.1%) respectivamente y se encontró además un mayor número de pacientes en las edades comprendidas entre 18 y 49 años, se destaca que los pacientes que con frecuencia son aquejados por enfermedades renales son los que padecen de glomerulopatías (GL), posteriormente los que padecen de Diabetes Mellitus (DM) y luego los hipertensos (HTA). Estos resultados son obtenidos a través de un mapa cognitivo neutrosófico que facilitó la evaluación de los signos clínicos presentados en los pacientes, mayor organización de la información a recoger, mejorar la rapidez de los diagnósticos y la conducta a seguir, pudiendo recibir la atención en centros de salud distantes sin necesidad de ser trasladados, lo cual conllevaría a una reducción en los costos por concepto de transporte, gastos de viaje, combustible y del tiempo en que recibe los beneficios de la atención sanitaria.



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019



University of New Mexico



Referencias

[1]. Chrysafiadi K., Virvou M. *Fuzzy Logic for Adaptive Instruction in an E-learning Environment for Computer Programming*. Fuzzy Systems, IEEE Transactions [internet] on 2015 feb [cited 2017 oct 17]; 23(1): [aprox.13.p.]. Available from: http://ieeexplore.ieee.org/document/6763091/

[2]. Smarandache, F., A unifying field in logics: neutrosophic logic. Neutrosophy, neutrosophic set, neutrosophic probability and statistics. 2005: American Research Press.

[3]. Vera, M., et al., Las habilidades del marketing como determinantes que sustentaran la competitividad de la Industria del arroz en el cantón Yaguachi. Aplicación de los números SVN a la priorización de estrategias. Neutrosophic Sets & Systems, 2016. 13.

[4]. Kandasamy, W.V. and F. Smarandache, Fuzzy Neutrosophic Models for Social Scientists. 2013: Education Publisher Inc.

[5]. Kandasamy, W.B.V. and F. Smarandache, Fuzzy cognitive maps and neutrosophic cognitive maps. 2003: American Research Press.

[6]. Leyva-Vázquez, M., et al. The Extended Hierarchical Linguistic Model in Fuzzy Cognitive Maps. in Technologies and Innovation: Second International Conference, CITI 2016, Guayaquil, Ecuador, November 23-25, 2016, Proceedings 2. 2016. Springer.

[7]. Smarandache, F., A unifying field in logics: neutrosophic logic. Neutrosophy, neutrosophic set, neutrosophic probability and statistics. 2005: American Research Press.

[8]. Leyva-Vázquez, M., et al., Técnicas para la representación del conocimiento causal: un estudio de caso en Informática Médica. Revista Cubana de información en ciencias de la salud, 2013. 24(1): p. 73-83.

[9]. Stach, W., Learning and aggregation of fuzzy cognitive maps-An evolutionary approach. 2011, University of Alberta.

[10]. Bello Lara, R., et al., Modelo para el análisis estático en grafos difusos basado en indicadores compuestos de centralidad. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 2015. 9(2): p. 52-65.

[11]. Programa Nacional de Enfermedades No Transmisibles. Comisión Nacional de Prevención y Control de la Enfermedad Renal Crónica, 2012. La Habana, Cuba.

[12]. Soriano Cabrera. S., Definición y clasificación de la Enfermedad Renal Crónica. Prevalencia. Claves para el diagnóstico precoz. Factores de riesgo de la Enfermedad Renal Crónica, 2004. Nefrología. Vol. 2. Suplemento 6 Capitulo 2.

[13]. National kidney Foundation. K/DOQI, clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification and stratification. Am J Kidney Dis, 2002; 39(Suppl1):51-266.

[14]. Caramelo. C, Goicoechea. M, Albalate. M, et-al. Cambios estructurales y calcificaciones vasculares en la uremia, 2001. Nefrología. Vol. XXI. Número 6. 2001.

[15]. Leyva, M., Smarandache, F., Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre, 2018. Pons, Bruselas.

[16]. Smarandache, F., A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability, 2005. Infinite Study.

[17]. Wang, H., et al., Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing, 2005.Hexis.

[18]. Belnap, N.D., A useful four-valued logic, in Modern uses of multiple valued logic. 1977, Springer. p. 5-37.

[19]. Wang, H., et al., Single valued neutrosophic sets. Review of the Air Force Academy, 2010(1): p. 10.

[20]. Glykas, M., Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications, 2010. Springer Verlag.

[21]. Puente Agueda, C., Causality in Sciencie. Pensamiento Matemático, 2011(1): p. 12.

[22]. Zadeh, L.A., Fuzzy sets. Information and Control, 1965.8(3): p. 338-353.

[23]. Stach, W., L. Kurgan, and W. Pedrycz, Expert-Based and Computational Methods for Developing Fuzzy Cognitive Maps, in Fuzzy Cognitive Maps, M. Glykas, Editor. 2010, Springer: Berlin. p. 23-41.

[24] Sharif, A.M. and Z. Irani, Applying a fuzzy-morphologicalapproach to complexity within management decisionmaking. 2006, Emerald Group Publishing Limited. p.930-961.

[25]. Merigó, J., New extensions to the OWA operators and its application in decision making, in Department of Business Administration, 2008. University of Barcelona.


Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico


Iadov Neutrosofico para medir la satisfacción de los docentes con la aplicación del Solver de excel en la programación lineal

[1]MSc. Lexander Guerrero Morales[1]. P. Asistente. lguerrerom@uho.edu.cu
[2]MSc. Ricardo Walfrido Proenza Ventura[2]. Profesor Auxiliar. rproenzav@uho.edu.cu
[3]Lic. Amalia Hernández González[3]. Profesor Instructor. amaliahg@uho.edu.cu
[1,2y3] Consejo Universitario Municipal Calixto García. Universidad de Holguín

Resumen. El tema de Programación Lineal tiene múltiples conceptos y procedimientos asociados a la modelación y al análisis e interpretación de resultados que son habilidades básicas que el estudiante de Contabilidad y Finanzas debe adquirir en la Investigación de Operaciones de los Cursos por Encuentros. En el presente trabajo se abordan las características del Solver del Excel y de un aprendizaje cooperativo, así como una secuencia didáctica de actividades para combinarlos de forma adecuada de manera que los estudiantes puedan analizar, resolver y exponer sus conclusiones en la resolución de problemas de programación lineal, consolidando su interpretación económica. Para conocer la satisfacción que genera el uso del Solver de Excel en la impartición de la programación lineal en los estudiantes de Contabilidad y Finanzas se utiliza la lógica de neutrosófica y técnica de Iadov.

Palabras Claves: Iadov Neutrosófico, Solver del Excel, Enseñanza – Aprendizaja, programas didácticos

1 Introducción

La Investigación de Operaciones se estudia actualmente en el tercer año, primer semestre, de la carrera Licenciatura en Contabilidad y Finanzas en su modalidad de Curso por Encuentros (CPE). El *objetivo general* de la asignatura es modelar problemas económicos simulados o reales que conduzcan a la aplicación de los modelos matemáticos para la Programación Lineal (PL), la Teoría de las Decisiones, la Teoría de Inventarios y las Técnicas de Planeación de Proyectos bajo condiciones de certeza, incertidumbre o riesgo económicamente fundamentadas [1].

Dentro de los temas la Programación Lineal predomina por la cantidad de horas–clase que se le destina (16) con respecto al total de la asignatura (32) que debe impartirse en 8 encuentros. En cada actividad presencial prevalece la Clase Encuentro como forma fundamental de organización de la docencia en este tipo de curso. Para la misma se orienta la utilización de métodos que despierten la creatividad en los estudiantes y puedan, a partir de ejemplos de la realidad económica, construir los modelos correspondientes.

En este sentido, el profesor debe hacer énfasis además de la obtención de la solución mediante el empleo de los paquetes de programas, en el análisis e interpretación de los resultados, haciendo hincapié en la interpretación económica a partir de la tabla de salida de sistemas informáticos tales como el Solver del Excel. Esta aplicación tiene un amplio espectro de aplicación pues puede contribuir al análisis de problemas de programación lineal y no lineal.

El Solver del Excel, como sistema informático contribuye a darle salida a la estrategia curricular del empleo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para obtener la solución de algunos problemas de índole económica. Asimismo contribuye a la elaboración de conjeturas y su posterior comprobación para favorecer la toma de decisiones con carácter racional y estratégico.

Según la Ayuda del Excel, Solver forma parte de una serie de comandos a veces denominados herramientas de análisis “Y si”. En este tipo de análisis de datos se modifican valores de celdas para ver cómo se afecta el resultado de fórmulas de la hoja de cálculo. Con Solver puede buscarse el valor óptimo para una fórmula de una celda, denominada celda objetivo, en una hoja de cálculo. Para ello trabaja con el grupo de celdas que están relacionadas, directa o indirectamente, con la fórmula de la celda objetivo.

En el proceso de búsqueda de una solución óptima esta aplicación ajusta los valores de las celdas variables (celdas cambiantes o ajustables) especificadas para lograr el resultado previsto en la celda objetivo. Pueden aplicarse restricciones a los valores que puede utilizar Solver en el modelo y estas pueden hacer referencia a otras celdas afectadas por la fórmula de la celda objetivo. La interfaz gráfica inicial que tiene el Solver se muestra en la figura 1.



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico



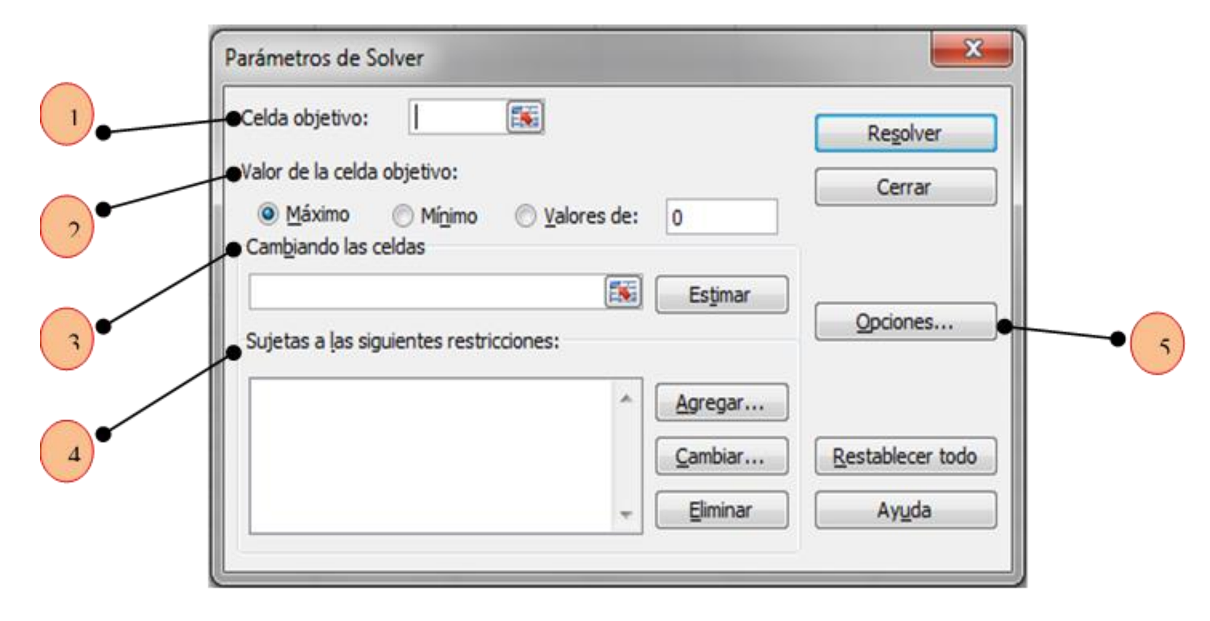


Figura 1. Solver de Excel. **Fuente**: Elaboración propia

1.1. Descripción de las partes fundamentales (Ayuda del Solver)

1. Es una celda con una fórmula que se desea maximizar o minimizar.
2. Se especifica si se maximiza o minimiza la celda objetivo, o si se define con un valor específico que sería introducido en el cuadro "Valores de:"
3. Se refiere a las celdas que están directa o indirectamente relacionadas con la celda objetivo, que pueden ajustarse hasta que se satisfagan las restricciones en el problema y la celda objetivo alcance su valor.
4. Se muestra una lista de las restricciones actuales en el problema.
5. Muestra el cuadro de diálogo Opciones de Solver, donde pueden cargarse y guardarse los modelos de problema y las características de control avanzado del proceso de solución.

Como Complemento del Excel el Solver no está activado por defecto. Se necesitan hacer algunas acciones para su activación.

1.2. Pasos para activar el Complemento Solver del Excel

1. Activar el MS Excel.
2. Clic en el botón de Microsoft Office.
3. Clic en Opciones de Excel.
4. Clic en Complementos.
5. Ir a Administrar y seleccionar en la lista desplegable Complementos del Excel.
6. Clic en el botón Ir.
7. Activar la casilla de verificación del Solver y hacer clic en Aceptar.


Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico 

1.3. Tipos de análisis derivados de la aplicación del Solver a un problema de programación lineal

Existen tres análisis que puede efectuar el Solver: Informe de Respuestas, Informe de Sensibilidad e Informe de Límites. A partir de la Ayuda del Solver se definieron las siguientes características de cada tipo de informe:

- ✓ **Informe de Respuestas**

Se muestra la celda objetivo y las celdas cambiantes (variables esenciales o de decisión) con sus valores originales y finales, así como las restricciones y la información acerca de éstas.

- ✓ **Informe de Sensibilidad**

Aporta información acerca de la sensibilidad de la solución si se realizan variaciones moderadas en la fórmula de la celda objetivo o de las restricciones. El informe incluye costos reducidos, otros precios, coeficiente de objetivos (con aumentos y disminuciones permitidos) y rangos de restricciones hacia la derecha.

- ✓ **Informe de Límites**

Muestra la celda objetivo y las celdas cambiantes con sus respectivos valores. También se muestran los límites inferior y superior, así como los valores del objetivo. El límite inferior es el valor mínimo que puede tomar la celda cambiante mientras se mantienen todas las demás fijas y se continúa satisfaciendo las restricciones. El límite superior es el valor máximo.

1.4. Fundamentos teóricos que sustentan la enseñanza–aprendizaje de los problemas de PL en la Investigación de Operaciones del Curso por Encuentro

En un análisis del programa de la asignatura vigente para el Curso por Encuentro (CPE) pudo comprobarse que constituye una condensación del programa para el Curso Regular Diurno (CRD) en cuanto a horas–clase (h/c): de 60 h/c a 32 h/c. De manera que los cuatro temas que se imparten tienen una estrecha cobertura temporal como puede apreciarse en el Plan Temático: Programación Lineal y Transporte (16 h/c), Teoria de Decisiones (6 h/c), Planeación de Proyectos (6 h/c), Teoria de Inventarios (4 h/c).

Sin embargo, en las orientaciones metodológicas no se aprecian pautas que permitan dirigir el proceso de enseñanza–aprendizaje bajo las condiciones de marcada independencia cognoscitiva de los estudiantes en un CPE. En este tipo de curso las actividades presenciales donde el profesor interactúa con el estudiante son insuficientes y no permite que se le dé a los contenidos el mismo el mismo tratamiento que en un CRD. Debido a esto la docencia debe organizarse de forma tal que facilite las interacciones entre los estudiantes para que los mismos tengan oportunidad de atender a sus particularidades en el aprendizaje.

Es por ello que se decidió fundamentar la propuesta que se realiza en este artículo el aprendizaje socialmente interactivo, concretándose en la realidad educativa a través de los recursos informáticos como medio fundamental y en los grupos interactivos como forma de organización social del proceso de enseñanza–aprendizaje que pueden realizar su actividad dentro y fuera del aula.

Esta propuesta se fundamenta en la teoría psicológica de Vigotsky con aplicación en el aprendizaje de las ciencias, quien lo sitúa en un ambiente social donde ocurre el proceso de internalización de la acción externa [2]. Aún cuando el aula constituye un ambiente social presenta dificultades intrínsecas que limitan las interacciones sociales. De modo que para lograr que el estudiante desarrolle su pensamiento, satisfaga sus propias diferencias y dirija su aprendizaje es preciso concebir una propuesta que estimule un aprendizaje socialmente interactivo.

La interacción constituye uno de los conceptos básicos dentro del enfoque Histórico-Cultural de Vigotsky. Este autor supo reconocer que la comunicación humana es necesaria para el intercambio de ideas como exteriorización de procesos psicológicos internos de la individualidad. Es la interacción la que permite el funcionamiento y la consolidación de los grupos, los que a su vez son vitales para el normal desarrollo de dicha individualidad.



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico



En la presente propuesta se propone lograr una adecuada interacción dentro y fuera del aula a través de la formación de grupos interactivos. Estos grupos interactivos son agrupaciones heterogéneas donde el profesor (pueden participar otros profesores y especialistas) dinamiza el trabajo de los estudiantes.

En esencia, es importante no separar a los estudiantes en función de sus dificultades, sino potenciar sus aprendizajes en el aula en un ambiente de cooperación y diálogo.

Un grupo interactivo se compone de cuatro o cinco estudiantes y lo común es que sean cuatro grupos en el aula. El profesor prepara tantas actividades como grupos hay y los grupos cambian de actividad cada 15 o 20 minutos. Los estudiantes resuelven las actividades interactuando entre sí por medio de un diálogo igualitario.

Sin embargo, a la organización del grupo de estudiantes en subgrupos interactivos hay que agregar un elemento de vital importancia: los recursos informáticos. Estos medios cubren una amplia gama de prestaciones para las actividades de los grupos interactivos dadas sus vertientes de aplicación: como recurso didáctico, medio de información y comunicación, herramienta de trabajo y como elemento innovador [3].

En cuanto a los recursos informáticos que se necesitan en la propuesta estos son: la computadora y las aplicaciones de MS Office (Excel y Word). El Excel funge como recurso didáctico pues el medio mediante el cual ocurrirá la enseñanza–aprendizaje de la resolución de problemas de PL mediante el Solver. Al mismo tiempo sirve como herramienta de trabajo al desarrollarse en el tipo de análisis "Y si…" mediante el cual se exploran los cambios en la función objetivo al hacer variaciones moderadas en la misma o en las restricciones, para favorecer la toma de decisiones.

Al decir de Vigotsky, la palabra es el principal instrumento que debe mediar en la enseñanza pues la atención, como una operación del pensamiento muy inestable y dependiente de cualquier estímulo no previsto, es necesario enfocarla precisando mediante el lenguaje qué es aquello sobre lo cual hay que centrarla, sobre qué aspectos relevantes concentrar la actividad intelectual. En este sentido se propone la Guía Didáctica.

En Word se elaboran las Guías Didácticas que sirven como medio para centrar la atención de los estudiantes en los elementos curriculares previstos a alcanzar durante las actividades de los grupos interactivos. En esta aplicación se elaboran las respuestas a las actividades de la Guía Didáctica y las conclusiones más importantes. Este documento es la memoria escrita del subgrupo y un medio para emitir una evaluación grupal.

Con todo lo anterior y teniendo en cuenta la temática que aborda el presente artículo, se propone al profesor que imparte Programación Lineal en la Investigación de Operaciones de los Cursos por Encuentros que utilice la siguiente propuesta como guía para el tratamiento didáctico de la solución de problemas de PL mediante computadora.

1.5. Propuesta de una secuencia de actividades para la solución de problemas de PL mediante el Solver del Excel

Las actividades que a continuación se exponen se realizaron a partir de las consideraciones derivadas de la escuela vigotskyana y que llevan implícito las tendencias que caracterizan a la pedagogía contemporánea.

Actividad 1. Formulación de los objetivos.

Analizar e interpretar la salida del Solver en la solución de un problema económico que se modela mediante la programación lineal.

Actividad 2. Selección y estructuración de los contenidos.

Realizar una búsqueda bibliográfica de problemas, de ser posible relacionados con la especialidad, teniendo en cuenta la cantidad de subgrupos interactivos que se van a formar que se distribuyen a uno por subgrupo. Aquí hay que tener en cuenta que no pocos de los problemas que se encuentran en la literatura tienen como objetivo la modelación del problema y no su solución. Es por ello que cuando se les aplica el Solver no existe una solución factible. Esto debe evitarse mediante la comprobación previa por parte del profesor de si existe o no una solución factible.

Actividad 3. Organización y desarrollo del proceso de aprendizaje

Se organiza y desarrolla el proceso de aprendizaje del estudiante, tomando en cuenta los componentes funcionales de la actividad: orientación, ejecución y control



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico


✓ **Orientación**

Primeramente se conforman los subgrupos interactivos y se designa un responsable en cada uno. El mismo fungiría como coordinador de las actividades de su subgrupo.

Luego se analiza en el Plan Calendario (P1) los laboratorios previstos, puede explicarse en uno cómo se habilita el Solver y el formato más factible con que se debe estructurar la hoja de cálculos. Esta estructuración debe tener en cuenta que los parámetros de entrada al Solver estén correctamente formulados y que existan etiquetas informativas de cuál es el significado de los datos presentes en la hoja.

Esta preparación previa tiene una organización flexible que depende del número de computadoras de que se disponga. Si hay suficientes y están interconectadas se coloca cada subgrupo frente y se puede hacer una presentación con diapositivas por la red donde la máquina del profesor sirve de máster para dirigir la presentación que los estudiantes sólo estarán viendo pero no interactuando.

En caso que no haya suficientes medios puede realizarse la preparación sólo con los responsables de los subgrupos para que ellos la hagan con el resto en tiempo de máquina. Si se dispone de un proyector de diapositivas no habría dificultades para una preparación grupal que además podría llevar un intercambio fructífero entre los participantes.

Finalmente, se entrega a los responsables de los sugbrupos la Guía Didáctica correspondiente en formato digital e/o impreso.

✓ **Ejecución**

La dimensión espacio–temporal de la ejecución de las actividades depende, al igual que la orientación, de la disponibilidad de los medios. Por ejemplo, cuando se dispone de computadoras suficientes bastan dos momentos en el P1: uno para desarrollar la orientación y otro donde ocurre la ejecución y control, siendo posible desarrollarlos en el aula. En caso contrario, la orientación se hace en uno de los laboratorios previstos, la ejecución la hacen los estudiantes en los tiempos de máquina y el control puede ser extraclase subgrupo por subgrupo o en un seminario con todos los sugbrupos exponiendo su desempeño y conclusiones a través de un proyector de diapositivas.

✓ **Control**

En lo anterior ya se mencionaron algunas pautas de este componente funcional de la actividad en cuanto a su distribución espacio–temporal, es preciso abordar la metodología adecuada para llevarla a cabo. En este sentido, para la evaluación del aprendizaje se propone utilizar el criterio del Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid (SIEUPM) (2008) de tener en cuenta en la evaluación del rendimiento grupal y/o individual dos componentes por escrito: el individual y el colectivo.

Se recomienda aplicar una pregunta escrita para verificar el aporte que realizó a cada estudiante la actividad de los subgrupos interactivos en el logro de los objetivos curriculares previstos. Esta sería la evaluación individual por escrito que sería enriquecida por las oportunas anotaciones del profesor del desempeño de los estudiantes en cuanto a responsabilidad y compromiso ante las actividades desarrolladas. La evaluación grupal se emite por el documento Word con las respuestas a la Guía Didáctica, donde puede evaluarse un componente creativo e innovador.

Basado en lo antes referido, se mide el nivel de satisfaccioón que tienen los docentes al aplicar el Solver de Excel en la Programación Lineal y teniendo en cuenta el desarrollo del aprendizaje en los estudiantes de Contabilidad y Finanzas, para ello se hace uso de la lógica de neutrosófica y técnica de Iadov, [4]. La técnica de IADOV se utiliza, tal como plantea el método original, los criterios relacionados de respuestas a preguntas intercaladas cuya relación el sujeto desconoce, al mismo tiempo las preguntas no relacionadas o complementarias sirven de introducción y sustento de objetividad al encuestado que las utiliza para ubicarse y contrastar las respuestas.

El resultado de estas preguntas interactúa a través de lo que se denomina el "Cuadro Lógico de Iadov", en el presente trabajo se combina la satisfacción de los encuestados con la introducción de la estimación neutrosófica para buscar solución a los problemas de indeterminación que aparecen universalmente en las


Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico


evaluaciones de las encuestas y de otros instrumentos, aprovechando no solo las posiciones encontradas y opuestas si no las neutras o ambiguas. Partiendo que toda idea < A > tiende a ser neutralizada, disminuida, balaceada por las ideas, en clara ruptura con las doctrinas vinarias en la explicación y comprensión de los fenómenos.

2. Resultados

Para constatar el cumplimiento de los objetivos de la propuesta, se controló la variable *analizar e interpretar la salida del Solver en la solución de un problema económico que se modela mediante la programación lineal*.

Para ello se tomó como muestra uno de los dos grupos escolares del Centro Universitario Municipal "Calixto García", se eligió como opción investigativa el cuasi-experimento debido a que sólo se contaba con un grupo escolar de 32 estudiantes para aplicar la propuesta. Se dividió en dos subgrupos: uno como grupo de control donde se aplicaría la misma tal como estaba previsto y el otro, compuesto por los estudiantes que escogieran la opción de formar una Comunidad de aprendizaje (CA) para la implementación de la propuesta.

En la aplicación del cuasi-experimento se pretende comprobar la hipótesis de que con el empleo de la propuesta se favorece el análisis e interpretación de la salida del Solver en la solución de un problema económico que se modela mediante la programación lineal. De modo que la variable independiente es la propuesta y la variable dependiente, el nivel de desarrollo alcanzado por los estudiantes el análisis e interpretación de resultados del Solver.

A los estudiantes se les explicó la necesidad de la cooperación de ellos para validar una propuesta para la enseñanza de la Programación Lineal con el fin de fortalecer su formación, para lo cual se debía conformar un subgrupo de 16 miembros como grupo experimental para aplicar una propuesta. Este subgrupo de inicio adolecía del mínimo de miembros requeridos (30) pero se valoró que esto no afectaba su buen desempeño dado a que el objeto de estudio orientado no era extenso.

Debido a que la selección no era aleatoria se analizó la composición de cada subgrupo en cuanto a un factor que se considera de mucha influencia sobre la variable dependiente: el rendimiento académico (RA). Sin embargo, los subgrupos resultaron bastante balanceados en cuanto al RA, lo cual se muestra en el gráfico 1 y 2 respectivamente.

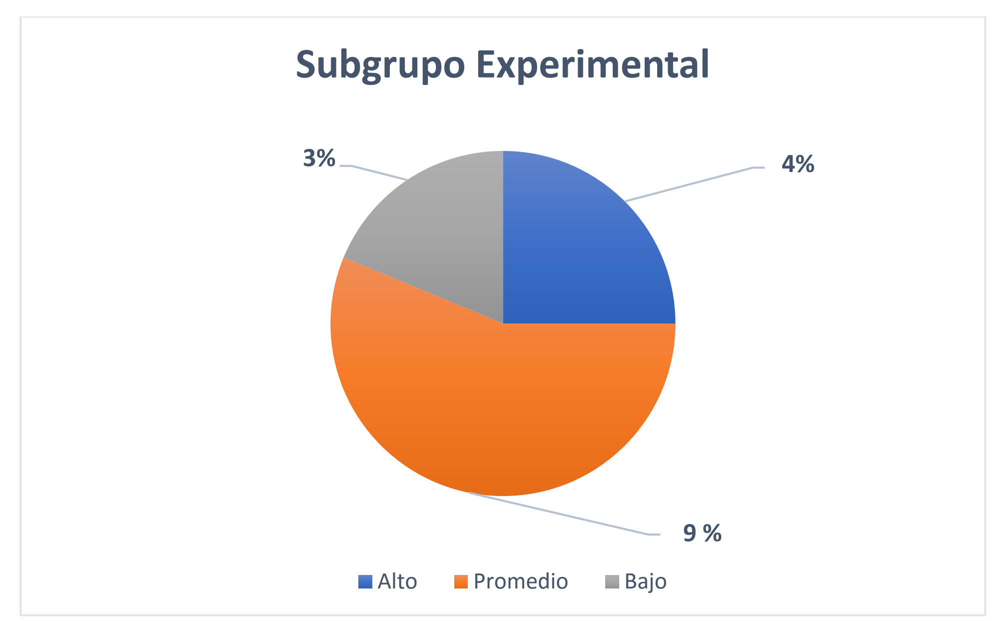


Gráfico 1. Rendimiento Académico en subgrupo Experimental. **Fuente**: Elaboración Propia


Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico

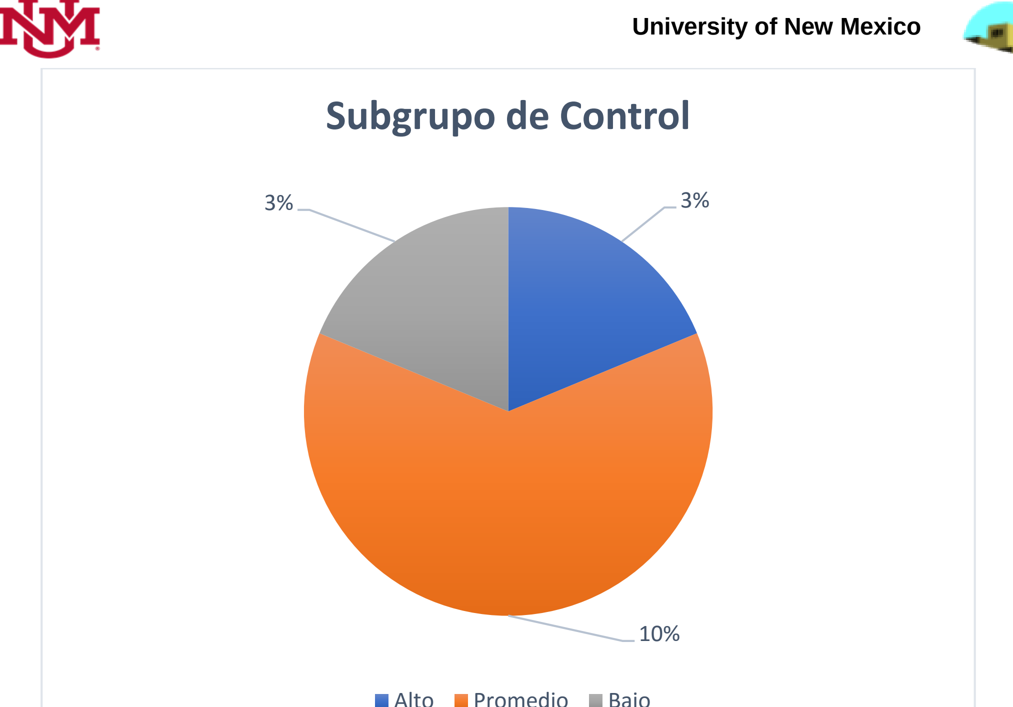


Gráfico 2. Rendimiento Académico en subgrupo Control. **Fuente:** Elaboración propia.

Posteriormente se formaron cuatro grupos interactivos, balanceados en cuanto a RA y teniendo en cuenta que en uno de ellos hubiera estudiantes con destrezas en la computación para que cubriera las necesidades de procesamiento de la información del subgrupo interactivo. A ambos subgrupos se les aplicó una medición final o pos prueba y posteriormente se realiza una comparación entre la pos prueba de los subgrupos experimental y de control. De modo que el diseño del cuasi experimento es se siguió según las expresiones 1 y 2.

$$E\ Apar.x\ O1\ (Apar. =\ Apareado) \quad (1)$$

$$C\ Apar. - O2 \quad (2)$$

Donde:

E y C se refieren a los subgrupos experimental y de control, respectivamente. La característica de apareamiento significa que no se aplicó el azar en la selección de los subgrupos, sino que estos están aparejados en cuanto a ciertos factores (fundamentalmente el RA) que se considera que inciden en la variable dependiente. La letra O indica mediciones y la X significa introducción o aplicación de la variable independiente o propuesta.

El instrumento aplicado como pos prueba, cuya calificación es sobre la base de 5 puntos, permitió medir el estado alcanzado por ambos subgrupos en el análisis e interpretación de resultados del Solver por parte de los estudiantes. En el gráfico 1 muestra los avances logrados por el subgrupo experimental con respecto al de control. Sin embargo, para reforzar el análisis de los resultados se aplicó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney con un nivel de significación del 5%, para comparar los puntajes de la pos prueba en ambos subgrupos. La pertinencia de esta prueba para esta situación está dada en que no se requiere conocer la distribución que sigue la población y la variable está en escala ordinal. En el gráfico 2 se muestran los resultados de la pos prueba en el cuasi experimento.



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019



University of New Mexico



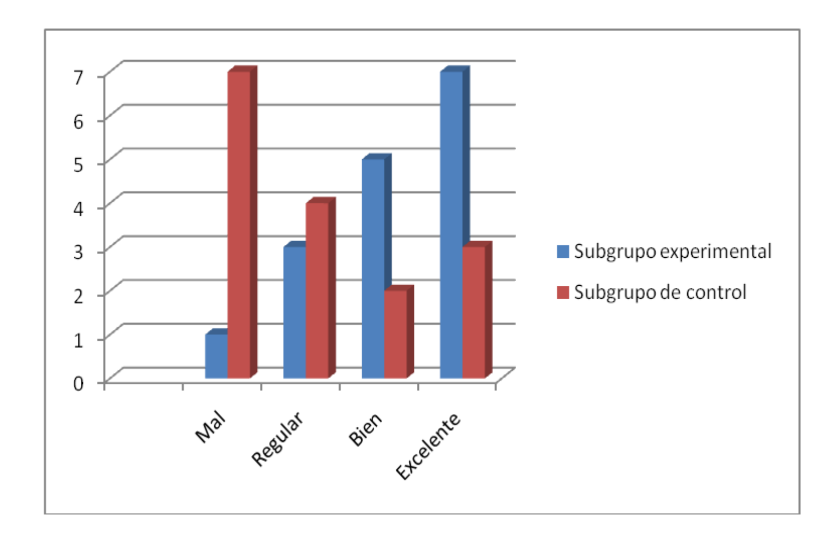


Gráfico 3. Comparación de los resultados obtenidos en la Posprueba en ambos subgrupos. **Fuente**: Elaboración propia.

Para la aplicación de la prueba estadística de Mann-Whitney se declararon como hipótesis:

H_0 : Las diferencias observadas entre las calificaciones de los subgrupos experimental y de control se deben al azar.

H_1 : Las calificaciones del subgrupo experimental son más altas y diferentes que las observadas en el subgrupo de control.

Luego de aplicada la prueba estadística se pudo observar que existe un aumento significativo en cuanto a las calificaciones del subgrupo experimental respecto al de control, por lo cual que se puede inferir que el nivel de desarrollo alcanzado en el análisis e interpretación de resultados del Solver por parte de los estudiantes es superior en el subgrupo donde se aplicó la propuesta.

En lo referente a la aplicación de la prueba estadística seleccionada, esta dio como resultado que el valor del parámetro U de Mann-Whitney es igual a 64 y le corresponde un valor de p igual a 0,013. Si se compara el valor de p con el nivel de significación de la prueba (0,05) se puede notar que el primero es mucho menor que el último, por lo que se decide rechazar H_0 y aceptar H_1.

Con la prueba estadística se obtiene como resultado que existe un aumento significativo en el nivel alcanzado por los estudiantes subgrupos en el análisis e interpretación de resultados del Solver por parte de los estudiantes a través de la instrumentación de la propuesta.

Se realiza una encuesta a los docentes que imparten la asignatura de programación lineal en las carreras de Contabilidad y Estadística, con el objetivo de medir el nivel de satisfacción que poseen en cuanto al desarrollo del aprendizaje de los estudiantes, para ello se consideró una muestra de 21 sujeto. La encuesta se elaboró con 7 preguntas, tres preguntas cerradas intercaladas en cuatro preguntas abiertas; de las cuales 1 cumplía la función introductoria y tres funcionaban como reafirmación y sustento de objetividad al encuestado.

El cuestionario empleado en constaba de un total de cinco preguntas, de ella tres cerradas y dos abiertas. Las tres preguntas cerradas se corresponden con el "Cuadro lógico de Iadov", el cual se presenta adaptado a la presente investigación y se muestra en la tabla 1.



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico


	1. ¿Sería oportuno prescindir de la asignatura de Programación Lineal en las carreras de Económica y Contabilidad?								
	No			No sé			Si		
2. ¿Satisface tus expectativas la utilización del Solver de Excel para el aprendizaje de la programación Lineal en las asignaturas de Contabilidad y Economía?	3. ¿Si pudieras elegir libremente, una opción para medir si es oportuno el uso del Solver de Excel en el aprendizaje de las asignaturas de Contabilidad y Economía, cuál elegirías?								
	Si	No sé	No	Si	No sé	No	Si	No sé	No
Muy satisfecho.	1	2	6	2	2	6	6	6	6
Parcialmente satisfecho.	2	2	3	2	3	3	6	3	6
Me es indiferente.	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Más insatisfecho que satisfecho.	6	3	6	3	4	4	3	4	4
Para nada satisfecho.	6	6	6	6	4	4	6	4	5
No sé qué decir.	2	3	6	3	3	3	6	3	4

Tabla 1. Cuadro lógico de V.A. Iadov para medir el nivel de satisfacción de los docentes que imparten la asignatura de Programación Lineal, utilizando el Solver de Excel. **Fuente:** Elaboración propia.

El número resultante de la interrelación de las tres preguntas indica la posición de cada encuestado en la escala de satisfacción, o sea su satisfacción individual. Esta escala de satisfacción es expresada mediante números SVN. La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado a continuación [5].

Sean $N = \{(T, I, F): T, I, F \subseteq [0, 1]\}$ n, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proposicionales a N, y por cada sentencia p tenemos:

$$v(p) = (T, I, F) \tag{3}$$

Con el propósito de facilitar la aplicación práctica a problemas de la toma de decisiones y de la ingeniería, se realizó la propuesta de los conjuntos neutrosóficos de valor único [5] (SVNS por sus siglas en inglés) los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas [6] lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación.

Sea X un universo de discurso. Un S VNS A sobre X es un objeto de la forma.



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico



$$A = \{\langle x, u_A(x),\ r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d \quad (4)$$

Dónde:

$uA(x): X \rightarrow [0,1], rA(x) : X \rightarrow [0,1]\ y\ vA(x): X \rightarrow [0,1]$

con

$0 \leq uA(x) + rA(x) + vA(x): \leq 3$, para todo $x \in X$.

El intervalo $uA(x), rA(x)\ y\ vA(x)$ representa la membresía a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Un número SVN, para medir si las irregulares en el ámbito jurídico internacional relativa a los derechos humanos afecta los trabajadores migrantes en Ecuador, en el presente estudio, es expresado como $A = (a, b, c)$, donde $a, b, c \in [0,1], y + b + c \leq 3$. Los números SVN, que se obtienen, son de utilidad para los sistemas de recomendación.

Para analizar los resultados, se establece una función de puntuación. Para ordenar las alternativas se utiliza una función de puntuación [7] adaptada:

$$s(V) = T - F - I \quad (5)$$

En el caso de que la evaluación corresponda a la indeterminación (no definida) (I), se desarrolló un proceso de des-neutrosoficación como lo propusieron Salmerona y Smarandache [8]. En este caso, I ∊ [-1,1]. Finalmente, trabajamos con el promedio de los valores extremos $I \in [0,1]$ para obtener uno simple valor.

$$\lambda([a_{1,} a_2]) = \frac{a_{1+} a_2}{2} \quad (6)$$

Donde vi se corresponde con la importancia de la fuente. Esta propuesta permite llenar un vacío en la literatura de las técnicas de Iadov, extendiéndola para tratar con la indeterminación y la importancia del usuario debido a la experiencia o cualquier otra razón [9].

Basado en lo antes referido, para medir la satisfacción individual de cada encuestado se utilizó la escala de satisfacción individual que se muestra en la tabla 2.

Expresión	Número SVN	Puntuación
Clara Satisfacción	(1, 0, 0)	1
Más satisfecho que insatisfecho	(1, 0.25, 0.25)	0.5
No definido	I	0
Mas insatisfecho que satisfecho	(0.25, 0.25, 1)	-0.5
Clara insatisfacción	(0,0,1)	-1
Contradictoria	(1,0,1)	0

Tabla 2. Escala de satisfacción individual. **Fuente**: [4].


Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico


El resultado al aplicar la técnica de IADOV a los criterios arrojados en la encuesta para medir el nivel de satisfacción que poseen los docentes, que imparten la asignatura de Programación Lineal en las carreras de Contabilidad y Economía, en cuanto al aprendizaje que se obtiene con la utilización del Solver de Excel, es el que se muestra en la tabla 3.

Expresión	**Total**	**%**
Clara satisfacción	14	66
Más satisfecho que insatisfecho	7	33
No definida	0	0
Más insatisfecho que satisfecho	0	0
Clara insatisfacción	0	0
Contradictoria	0	0

Tabla 3. Resultados de la aplicación de la técnica de IADOV para medir el nivel de satisfacción que poseen los docentes. **Fuente:** Elaboración propia.

Se realiza el cálculo de la puntuación y se determina el cálculo de Iadov, el cual, para el presente trabajo, se le asignó un valor en el vector de pesos igual $w_1 = w_2 = \cdots = w_i = 0.048$. El resultado final que arroja el método es ISG =0.85. Valor que representa una alta satisfacción de los docentes en cuanto al aprendizaje de los estudiantes.

Conclusiones

En la aplicación de esta propuesta en el Centro Universitario Municipal (CUM) "Calixto García" de la Universidad de Holguín, Cuba, en el primer semestre del tercer año de la carrera Contabilidad y Finanzas, se llegó a las siguientes conclusiones:

El aprendizaje realizado en interacción social combinado adecuadamente con los recursos informáticos, contribuye a que los estudiantes obtengan una mayor asimilación de los contenidos. En la experiencia de la aplicación del Solver del Excel a la resolución de problemas de programación lineal se pudo constatar que la misma abre una dimensión para elaborar y verificar conjeturas acerca de las variaciones que experimenta la función objetivo ante modificaciones de los parámetros de entrada al Solver. Con ello se logró una mayor comprensión de los conceptos implicados y se consolidó la interpretación económica de los resultados.

Por otra parte, se pudo verificar que los estudiantes resolvieron sus dificultades individuales entre ellos con el apoyo mínimo del profesor, el cual fungió como moderador y guía de las actividades. Se logró que los estudiantes adquirieran una mayor confianza de sus propias potencialidades y las de sus compañeros para resolver tareas en grupo en un ambiente cooperativo.

El proceso de medición del nivel de satisfacción que poseen los docentes, que imparten la asignatura de Programación Lineal, en las carreras de Contabilidad y Economía, en cuanto al aprendizaje que se obtiene con la utilización del Solver de Excel, realizado a través de la técnica de Iadov neutrosófico, expresó cuantitativamente un alto índice de satisfacción.



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico



Bibliografía

[1]. Pérez, B. Programa y P1 de la asignatura investigación de operaciones (CPE). (2010), Holguín, en soporte digital. Red Utopía y Educación (2006). Grupos Interactivos. Recuperado 10, 2018, de http://www.utopiayeducacion.com/2006/06/grupos-interactivos.html

[2]. Blanco, R. Presupuestos de Vigotsky y la Formación de conceptos. (2007), Universidad de Camagüey, Cuba. Recuperado 06, 2016, de http://www.monografias.com/

[3]. Escalona, M. Los ordenadores en el proceso de enseñanza–aprendizaje de las ciencias. Fundamentos para su utilización. (2007), Revista Iberoamericana de Educación, 1–12.

[4]. Batista, N. Valcárcel, N., Leyva-Vázquez, M., Smarandache, F. Validation of the pedagogical strategy for the formation of the competence entrepreneurship in high education through the use of neutrosophic logic and IADOV technique. (2018), Neutrosophic Sets and Systems, Vol. 22, 2018, University of New Mexico.

[5]. Wang, H., F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y.Q. Zhang, Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing. 2005: Hexis

[6]. Vázquez, M.Y.L., K.Y.P. Teurel, A.F. Estrada, and J.G. González, Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico. Ingenieria y Universidad: Engineering for Development, 2013. 17(2): p. 375-390

[7]. Wang, J.-q., Y. Yang, and L. Li, Multi-criteria decision-making method based on single-valued neutrosophic linguistic Maclaurin symmetric mean operators. Neural Computing and Applications, 2018. 30(5): p. 1529-1547.

[8]. Salmerona, J.L. and Smarandache, F. Redesigning Decision Matrix Method with an indeterminacy-based inference process. Multispace and Multistructure. Neutrosophic Transdisciplinarity (100 Collected Papers of Sciences), 2010. 4: p. 151.

[9]. Biswas, P., Pramanik, S. and Giri, B.C. TOPSIS method for multi-attribute group decision-making under single-valued neutrosophic environment. Neural computing and Applications, 2016. 27(3): p. 727-737.



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico



Hipótesis Neutrosófica para demostrar el empleo de programas didacticos en el aprendizaje de operaciones complejas de matemática

[1]MSc. Ricardo Walfrido Proenza Ventura[1]. Profesor Auxiliar. rproenzav@uho.edu.cu

[2]Lic. Alier Proenza Verdecia[2]. Profesor Instructor. alierpv@uho.edu.cu

[3]Lic. Amalia Hernández González[3]. Profesor Instructor. amaliahg@uho.edu.cu

[1,2y3] Consejo Universitario Municipal Calixto García. Universidad de Holguín

Resumen. En el presente trabajo se aborda el proceso de enseñanza - aprendizaje de los estudiantes al hacer uso de programas didácticos para el aprendizaje de operaciones complejas en matemática. El proceso de enseñanza - aprendizaje a través de programas didácticos en los últimos años ha tenido una especial connotación didáctica, en particular, para demostrar que el aprendizaje de operaciones matemáticas complejas es favorable al hacer uso de programas didácticos se utiliza la Hipótesis Neutrosófica, la cual es útil porque facilita una descripción para varias muestras diferentes en cuanto a datos, ya sean cuantitativos o cualitativos, donde cada muestra es del mismo tamaño.

Palabras Claves: Tecnología de la Información y las Comunicaciones, Hipótesis Neutrosófica, programas didácticos, Enseñanza – Aprendizaje, operaciones matemáticas complejas.

1 Introducción

La matemática influye notablemente en la vida social, contribuye al desarrollo del intelecto y a la consolidación de los valores representativos de la sociedad que construimos, también prepara al niño y al joven para la vida económica, social y cultural; posibilitando con esto, que favorezca el deseado acercamiento de la escuela a la comunidad, en un entendimiento que incluya la relación dialéctica - espacial: pasado - presente - futuro.

El aprendizaje de la Matemática, cuando es forma sólida, permite a los estudiantes descubrir y conocer su entorno, su estudio los hace crecer espiritualmente al potenciar el desarrollo del pensamiento matemático y lógico, la capacidad para resolver problemas con un pensamiento divergente y lo conviertan en un hombre capaz de conocer y transformar al mundo a favor de la sociedad que construimos.

La enseñanza de la Matemática y en especial el cálculo aritmético, está presente en todos los currículos de las diferentes Educaciones en Cuba. Múltiples investigaciones han abordado esta temática, a escala internacional, se destacan autores como [1,2], en el ámbito nacional se destacan trabajos de los autores [3], [4], [5] y [6], [7] entre otros.

Las necesidades actuales, demandan lograr el desarrollo del pensamiento de cada niño y joven a partir de una concepción científica del mundo que le permita ocupar un lugar prominente por sus conocimientos; la ciencia y la técnica ha conseguido, ya en su desarrollo, un nivel en el que se puede decir que la actividad creadora es una necesidad para elevar el nivel de aprendizaje desarrollador en los estudiantes en los diferentes niveles educacionales.

Uno de los principales problemas que presenta el aprendizaje de la Matemática, en estos niveles de enseñanza actualmente, radica en que para los niños estos contenidos son abstractos, esta situación influye, en gran medida, en las insuficiencias en el aprendizaje de los contenidos de esta materia en la actual se aspira a utilizar métodos desarrolladores y el uso de las tecnologías y medios audiovisuales, para lograr los objetivos en el menor tiempo posible es por ello que se deben proyectar y enriquecer ideas que permitan un aprendizaje desarrollador donde el niño sea actor de su propio aprendizaje.

En un estudio realizado en escuelas primarias del municipio “Calixto García”, de la provincia de Holguín, se observan dificultades que pueden resumirse de la siguiente manera:

- Los niños no interpretan situaciones problémicas en las que se utilizan los conceptos relacionados con las fracciones numéricas.
- La falta de una comprensión conceptual, lo que se refleja al operar con conceptos en particular fracción numérica cuyo significado se desconoce o con el significado de las operaciones racionales de cálculo y procedimientos algorítmicos que se aplican sin saber de dónde provienen ni por qué.

- Es insuficiente la motivación del estudiante por conocer el nuevo contenido, pues carece de una base sólida de los conocimientos precedentes.
- Es pobre la vinculación de las clases de Matemáticas con la informática.

Para mejorar esta problemática, la presente investigación se propone como objetivo la elaboración de un sistema de ejercicios visuales, que sistematicen el significado de algunos conceptos básicos de fracciones comunes para favorecer el aprendizaje del cálculo aritmético. La teoría del conocimiento es la base, no sólo desde el punto de vista gnoseológico sino también metodológico, en la concepción de la Matemática en la escuela de la educación general cubana. En especial se tiene en cuenta posiciones psicológicas que parten de esta teoría y han estructurado diversas posiciones que se han convertido en el sustento psicopedagógico de la concepción de la Matemática en Cuba.

El cálculo aritmético fue formándose en el curso del desarrollo histórico de la humanidad, y varios autores han investigado sobre el tema. La Aritmética, originalmente significaba los números naturales [8], es uno de los conceptos más importante de la Matemática. La primera operación aritmética que se conoció fue la suma. Para resolver esta operación siempre se recurría a elementos concretos. El signo más antiguo para indicar la resta lo encontramos en el famoso papiro de Rhind, tal como lo escribían los egipcios (^). Se cuenta que los signos actuales de suma y resta se deben a que los mercaderes antiguos, iban haciendo unas marcas en los bultos de mercancías. Cuando pesaban los sacos les ponían un signo más (+) o un signo (-), según tuvieran mayor o menor cantidad de la estipulada [9].

La operación de multiplicar resultaba muy compleja para los antiguos. Babilonios e hindúes fueron los primeros en conocer la división. Siendo la división la más compleja de las operaciones elementales de la Aritmética, es lógico que los matemáticos tuvieran que pasar muchas vicisitudes desde el uso del rudimentario ábaco, hasta las más modernas representaciones de las operaciones indicadas. El empleo de la raya horizontal entre los números para indicar la división, se debe a Leonardo de Pisa (Fibonaci), que la tomó de los textos árabes [9].

El origen de las fracciones comunes o quebrados es muy remoto. Los babilonios, egipcios y griegos han dejado pruebas de que conocían las fracciones. Cuando Juan de Luna tradujo al latín, en el siglo XII, la Aritmética de Al-Juarizmi, empleó fractio para traducir la palabra árabe al-kasr, que significa quebrar, romper [10].

Los números fraccionarios tuvieron su origen en las medidas. Los babilonios utilizaban como único denominador el sesenta. Los egipcios empleaban la unidad como numerador; para representar 7/8, escribían, ½, ¼, 1/8. Los griegos marcaban el numerador con un acento y el denominador con dos; o colocaban el denominador como un exponente [9].

La enseñanza de la Matemática posee una larga historia; desde tiempos remotos se le considera como una asignatura necesaria para la preparación de las nuevas generaciones, básicamente para contribuir al desarrollo del pensamiento. Surge la necesidad de procesos de búsqueda para la formación de los conceptos y los procedimientos, el trabajo con los medios para la enseñanza de la aritmética se enriquece, las formas pictóricas para trabajar con los niños son diseñadas con colorido e imaginación, se le presta gran atención a la belleza de las representaciones y los medios que se deben emplear en la escuela para la enseñanza de la aritmética.

En el contexto de la Didáctica de la Matemática para el nivel primario se logran cambios que enriquecen la didáctica particular para el tratamiento de estos contenidos, se establece una nueva concepción para el tratamiento de los números fraccionarios al establecer en esta etapa el concepto fracción como concepto rector.

Por otra parte, la visualización juega un papel importante en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática, en las tres últimas décadas se ha visto favorecida por el desarrollo tecnológico.

Es evidente que el uso de recursos visuales en el aprendizaje, ha estado sujeto históricamente al desarrollo de los “medios” materiales con los que se puede implementar; cada salto en la tecnología de los medios visuales ha provocado nuevas posibilidades para la visualización; la aparición del cine y la televisión, los proyectores de vistas fijas, los retroproyectores, se constituyeron casi inmediatamente en medios auxiliares eficaces en la enseñanza; la economía de tiempo era incuestionable [11], además de la calidad de la presentación de la información en cuanto a rapidez, colorido y tamaño.

La ventaja de programas didácticos radica, en la selección de respuestas, de donde se derivan respuestas correctas e incorrecta que conllevan a repasos correspondiente, según el posible error cometido y que son analizadas desde el punto de vista óptico. Una colección de ejercicios, desde el punto de vista óptico, contribuye a disminuir los errores cometidos por los alumnos al realizar diferentes ejercicios a través de los programas didácticos existentes.

Basado en lo antes referido, es de destacar que al hacer uso de programas didácticos los estudiantes reciben impactos positivos que contribuyen a su desarrollo intelectual, ya que al observar cosas que sabe que no son como se ven ellos se esfuerzan para lograr los objetivos propuestos, lo cual incide de forma positiva en el proceso de enseñanza aprendizaje. Con el empleo de programas didácticos se profundiza en la preparación de los estudiantes motivándolos y ofreciéndoles un sistema de ejercicios asequible para su aprendizaje, de manera que posibilite en ellos un mayor conocimiento y desarrollo de habilidades de cálculo, sin embargo, cuando no se emplean programas didácticos los estudiantes pasan más tiempo en aprender y específicamente en el aprendizaje de las matemáticas.

Para medir el impacto del uso de los programas didácticos en el aprendizaje de las matemáticas, se realiza un estudio a una muestra de estudiantes que utilizan softwares didácticos y a otros que no los utilizan. El estudio se compone de un grupo de instrumentos aplicados (entrevistas y encuestas a profundidad) a dos muestras del mismo tamaño, donde los resultados obtenidos son cualitativos, resultados difíciles de interpretar a través de la Estadística Clásica.

Con el uso de las estadísticas clásicas se conocen los datos, formados por números nítidos, en la estadística neutrosófica los datos tienen cierta indeterminación, pueden ser ambiguos, vagos, imprecisos, incompletos, incluso desconocidos. En lugar de números nítidos utilizados en las estadísticas clásicas, se usan conjuntos (que se aproximan respectivamente a estos números nítidos) en la estadística neutrosófica [12].

Con la estadística neutrosófica, el tamaño de la muestra puede no conocerse exactamente (por ejemplo, el tamaño de la muestra podría estar entre 90 y 100; esto puede suceder porque, por ejemplo, el estadístico no está seguro de lo que aproximadamente se refieren, que son los que conforman los individuos de la muestra si pertenecen o no a la población de interés, o porque los individuos de la muestra solo pertenecen parcialmente a la población de interés, mientras que parcialmente no pertenecen). Otro enfoque sería considerar solo parcialmente los datos proporcionados por los individuos de la muestra cuya membresía a la población de interés es solo parcial.

2 Materiales y métodos

Para demostrar el impacto que tiene el empleo de los programas didácticos en la enseñanza de las matemáticas, se obtiene información a partir de los instrumentos aplicados a dos muestras significativas, de estudiantes que utilizan programas didácticos en el proceso de enseñanza aprendizaje a estudiantes que no los utilizan. Para el desarrollo de la investigación se asume un diseño no experimental, desde el paradigma mixto, en consecuencia, se realizó un estudio, donde se aglutinan diferentes puntos de vistas en torno al proceso de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas.

Para la recolección de información se utilizó la encuesta que permitió explorar la realidad. La selección de la muestra se realizó atendiendo al objetivo propio de la investigación, en tal sentido se asumió el criterio probabilístico. Se contó con una población de 378 estudiantes para un total de 191 estudiantes encuestados.

Posteriormente se demuestra la hipótesis de la importancia del proceso de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas con el uso de programas didácticos y si su uso, para demostrar que los estudiantes aprenden y se motivan más con el uso de programas didácticos porque poseen un entorno visual que se convierte agradable el proceso. Se utiliza la hipótesis neutrosófica, la cual es una afirmación sobre los valores neutrosóficos de una o varias características de la población objeto de estudio.

En el presente estudio se utiliza la Neutrosofía, ya que es apropiada para demostrar la importancia que reviste el uso de programas didácticos en el proceso de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas, los aspectos que se obtienen requieren de interpretabilidad. En ese sentido, la Neutrosofía como rama de la filosofía y que estudia el origen, naturaleza y alcance de las neutralidades, creada por [13] es utilizada en estos estudios.

El uso de la Neutrosofía, fue propuesta por Smarandache [14] para el tratamiento de las neutralidades. Ella ha formado las bases para una serie de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica según refiere [14]. La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado por [15], donde expone:

Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0,1]\} n$, una valuación neutrosófica de un mapeo de un grupo de fórmulas proposicionales a N, y por cada sentencia p tenemos entonces como se muestra en la expresión 1.

$$v\,(p) = (T, I, F) \qquad (1)$$

Específicamente una de las teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas es la demostración de hipótesis estadísticas, la cual se utiliza en el presente estudio con el objetivo de demostrar el impacto del uso de programas didácticos en el proceso de enseñanza – aprendizaje de los estudiantes.

Por otra parte, con el propósito de facilitar la aplicación práctica a problemas de toma de decisiones, se realizó la propuesta del uso de los conjuntos neutrosóficos de valor único [15], (SVNS, por sus siglas en inglés) los que a través de ellos es posible utilizar términos lingüísticos [14], en aras de obtener una mayor interpretabilidad de los resultados que se obtienen con este tipo de datos. Para su uso e interpretación, se define a X como un universo de discurso, por lo que un conjunto neutrosófico de valor único de tal universo de discurso es definido como; A sobre X, que representa un *objeto*, el cual se define tal como se muestra en la expresión 2.

$$A = \{\langle x, uA(x), rA(x), vA(x)\rangle : x \in X\} d \quad (2)$$

Dónde:

$uA(x): X \rightarrow [0,1], rA(x) : X \rightarrow [0,1]\ y\ vA(x): X \rightarrow [0,1]\ con\ 0 \leq uA(x) + rA(x) + vA(x): \leq 3$, para todo $x \in X$.

Los intervalos $uA(x)$, $rA(x)$ y $vA(x)$ denotan las membrecías de verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Un número SVN, entonces será expresado como $A = (a, b, c)$.

Dónde:

$a, b, c \in [0,1], y + b + c \leq 3$

Basado en lo antes referido, y como se mencionó, en el presente estudio se hace uso de hipótesis neutrosófica, donde la distinción entre la hipótesis (estadística) clásica y la hipótesis neutrosófica según [12], es que en las estadísticas neutrosóficas las variables que describen las características de la población son neutrosóficas (es decir, tienen valores indeterminados o varios valores desconocidos, o un número inexacto de términos si la variable es discreta), o para los valores que comparamos al menos una de las características de la población es neutrosófica (es decir, indeterminada o incierta o de valor vago).

El referido autor, cita que, de manera similar a las estadísticas clásicas, una Hipótesis Nula Neutrosófica, denotada por NH0, es la afirmación que inicialmente se asume como verdadera (uso de programas didácticos para la enseñanza – aprendizaje de las matemáticas). Mientras que la Hipótesis Alternativa Neutrosófica, denotada por NHa, es la otra hipótesis (no uso de programas didácticos para la enseñanza – aprendizaje de las matemáticas).

Al realizar una prueba de NH0 contra NHa, hay dos conclusiones posibles: rechazar NH0 (si la evidencia de la muestra sugiere claramente que NH0 es falso), o no rechazar la NH0 (si la muestra no respalda la evidencia de la cadena contra la NH0).

4. Resultados

Las encuestas realizadas destacaron los componentes principales de la enseñanza – aprendizaje de las matemáticas con el uso de programas didácticos y sin su uso:

1. Entorno de enseñanza-aprendizaje
2. Papel del profesor y del alumno
3. Utilización de programas didácticos acorde con el contenido a enseñar y aprender
4. Valores fundamentales que debe poseer un profesional para el proceso de enseñanza

Para demostrar la importancia del uso de programas didácticos em el proceso de enseñanza – aprendizaje de los estudiantes se realiza un experimento para el análisis de los componentes antes referidos, midiéndose los indicadores fundamentales en dos grupos de estudiantes, un grupo caracterizado por el uso de programas didácticos para el aprendizaje de las matemáticas y el otro grupo caracterizado por el no uso de programas didácticos.

Para evaluar la posibilidad de comparar los datos entre los dos grupos, se aplicó la prueba de normalidad Chi-Cuadrado y Shapiro-Wilk, la cual es útil para comprobar que los datos se ajustan a una distribución Normal.

Datos que son representados en términos neutrosóficos y que se llevaron a la escala de términos lingüísticos de valor único de acuerdo a los términos lingüísticos empleados por [16] y que se muestran en la tabla 1.

Término lingüístico	**Números SVN**
Extremadamente buena (EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena(B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media(M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

Tabla 1. Términos lingüísticos empleados por [16].

Basado en los resultados obtenidos al trabajar con los datos de valor único neutrosóficos según el empleo de ellos por [18], se obtiene un valor $p > 0.05$, valor llevado a la escala de términos lingüísticos obtiene un valor Extremadamente Bueno (EB) en todos los grupos y en ambas pruebas, resultado que indica que no existe problema con la normalidad de los datos.

La hipótesis neutrosófica sobre los resultados obtenidos al aplicar la encuesta, y las entrevistas a profundidad, en los dos grupos, muestran hallazgos cercanos, pero diferentes. Los profesores que intervienen en el proceso de enseñanza de las matemáticas, para obtener conclusiones de las hipótesis planteadas, decidieron unir los resultados, tomando como intervalo valores indeterminados [min] hasta valores determinados [max], los cuales permitieron analizar la importancia del uso de programas didácticos en el proceso de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, las recomendaciones a realizar son cercanas entre los dos grupos. En consecuencia, se aplicó la prueba estadística paramétrica *t-student*, con el objetivo de comparar los componentes principales que caracterizan los estudiantes en el proceso de aprendizaje de las matemáticas, a partir de sus medias, para luego comprobar si los resultados son estadísticamente diferentes.

La prueba *t – student*, aplicada inicialmente a los componentes principales que caracterizan los estudiantes en el proceso de aprendizaje de las matemáticas, obtuvo valores de $p > 0.5$, proporción extremadamente buena con esta prueba (EB), motivo por el cual no se rechaza la Hipótesis Nula Neutrosófica, denotada por NH0. El intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, se extiende desde los valores indeterminados hasta valores determinados, el intervalo no contiene valores inexactos de términos ya que las variables utilizadas en la evaluación son discretas, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las cuatro muestras, con un nivel de confianza Muy muy buena (MMB), en particular del 95,0 %.

Conclusiones

En el presente estudio se analizó el entorno de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Los resultados de los instrumentos aplicados durante la investigación corroboran las deficiencias en el cálculo aritmético que posee los estudiantes; así como las causas que originan estas en el caso de las operaciones con fracciones.

Se propuso un sistema de ejercicios basado en el uso de programas didácticos, y sin el uso de programas didácticos, donde se demuestra que al utilizar los programas didácticos se favorece el conocimiento y la sistematización del cálculo aritmético y se eleva la calidad del proceso docente educativo, al potenciar el dominio del sistema de conceptos, y procedimientos, el razonamiento lógico, la creatividad e investigación en los alumnos.

Para demostrar la significatividad que estos componentes poseen en los dos grupos seleccionados, con características diferentes se utilizó la hipótesis neutrosófica, sobre la base de ello se detectó que se hace necesario en el

proceso de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas un enfoque orientado al aprendizaje basado en el empleo de las Tecnología de la información y las Comunicaciones.

Referencias

[1] Bishop, A. Implicaciones didácticas de la investigación sobre Visualización, Revista de investigación sobre la visualización en Matemáticas. (1989), Universidad de Cambridge. UK.
[2]. POLYA, G. Cómo plantear y resolver problemas, (1976) Editorial Trillas. México.
[3] Dávidson, L. J. et al. Problemas de matemáticas elementales, (1987), Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
[4] Ballester, S. et al. Metodología de la enseñanza de la Matemática. Tomo I. Y II, (1992). Ciudad de la Habana. Editorial Pueblo y Educación.
[5] CAMPISTROUS, L. La Importancia de la Enseñanza de la Matemática, (1984): En Seminario nacional a dirigentes, metodólogos e inspectores de las direcciones provinciales y municipales de educación y de los Institutos Superiores Pedagógicos. Editorial Empres.
[6] Rizo, C. y Campistrous, L. La calculadora en la escuela primaria, ¿amiga o enemiga? Revista UNO, (2002). Didáctica de las Matemáticas.
[7] Palacio, J., Sigarreta, J. El arte de preguntar, elemento esencial en el tratamiento de los problemas matemáticos, (1999). Revista electrónica Ciencias. Holguín.
[8] Herbert, W. Grandes matemáticos, (1984). Colección Vulcano.
[9] BALDOR, F. (1959): Aritmética Elemental. Tomo I.
[10] Wussing, H. Conferencias sobre Historia de la Matemática. (1990), Editorial pueblo y educación.
[11] Hernández, J. A. La visualización como alternativa didáctica en la enseñanza del Cálculo Infinitesimal. (2000). Tesis de Maestría. ISP "José de la Luz y Caballero, Holguín, Cuba.
[12] Samarandache, F. Introduction to Neutrosophic Statistics, (2014) Sitech & Education Publishing
[13] Smarandache, F. A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Philosophy, (1999): p. 1-141.
[14] Smarandache, F. Unifying Field in Logics: NeutrosophicLogic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability. (2005): Infinite Study.
[15] Wang, H. et al. Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing. (2005): Hexis.
[16] Şahin, R. and M. Yiğider. A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection. (2014) arXiv preprint arXiv:1412.5077, 2014.


Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019
University of New Mexico


Análisis de PESTEL con mapas cognitivos neutrosóficos para determinar los factores que inciden en la sostenibilidad agropecuaria. Caso de estudio llanura Sur – Oriental de la provincia de Pinar del Río

Neilys González Benítez[1], César Barrionuevo de la Rosa[2], Brenda Cárdenas Bolaños[3], Hugo Cárdenas Echeverría[4], Roddy Cabezas Padilla[5], Maikel Leyva Vázquez[6]

[1] Dra. C. Técnicas, Centro Meteorológico de Pinar del Río, Código Postal: 20100, Cuba. E-mail: neilysgonzalezbenitez@gmail.com
[2]Universidad de Guayaquil, Fac. de Ciencias Administrativas ; cesar.barrionuevod@ug.edu.ec
[2]Universidad de Guayaquil, Fac. de Ciencias Administrativas ; brenda.cardenasb@ug.edu.ec
[5]Universidad de Guayaquil Fac. de Ciencias Administrativas; hugo.cardenase@ug.edu.ec
[5]Universidad de Guayaquil Fac. de Ciencias Administrativas ; roddy.cabezas@ug.edu.ec
[6]Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, mleyvaz@gmail.com

Resumen: Los mapas cognitivos neutrosóficos y su aplicación en la toma de decisiones se convierte en un tema importante para los investigadores y profesionales. De igual forma el análisis de PESTEL basado en los mapas cognitivos neutrosóficos son de relevancia, ya que a través de ellos es posible realizar análisis estático de un tema específico. En el presente estudio se realiza un análisis de PESTEL con mapas cognitivos neutrosóficos, para el análisis estratégico a través de una serie de factores externos que contribuyen a la definición del contexto agropecuario de la llanura sur – oriental de la provincia de Pinar del Río, Cuba. El análisis PESTEL incorpora al análisis PEST los factores Ecológicos y Legales. Las características de cada uno de estos factores se han de tener en cuenta, ya que ellas se expresan en diferentes términos y en particular en términos lingüísticos, por lo que requieren ser tratadas para obtener de ella una mayor interpretabilidad. Por tal motivo el objetivo del presente estudio es determinar los factores que inciden en la sostenibilidad agropecuaria de la llanura Sur – Oriental de la provincia de Pinar del Río.

Palabras claves: PESTEL, neutrosofía, mapas cognoscitivos, llanura sur – oriental, sostenibilidad agropecuaria.

1 Introducción

El término desarrollo sostenible, perdurable o sustentable se aplica al desarrollo socio-económico, que fue formalizado por primera vez en el documento conocido como Informe Brundtland en 1987, fruto de los trabajos de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, creada en Asamblea de las Naciones Unidas en 1983. Dicha definición asumía el Principio 3ro de la Declaración de Río de 1992: Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades.

El ámbito del desarrollo sostenible conceptualmente se divide en tres partes: ambiental, económica y social. Se considera el aspecto social por la relación entre el bienestar social con el medio ambiente y la bonanza económica.

Basado la conceptualización antes referida, es de destacar que la sostenibilidad agropecuaria en Cuba, por su condición de pequeño estado insular en desarrollo, presenta un alto grado de vulnerabilidad ante los impactos de los problemas ambientales globales, y en particular del cambio climático, los que se reflejan intensamente a través de factores ecológicos, ambientales, legales e industriales de los sectores claves de la economía como la agricultura, el turismo, la construcción, el transporte y la pesca, afectando seriamente su objetivo de alcanzar un real desarrollo

sostenible [1]. La llanura sur – oriental de la provincia de Pinar del Río Cuba, posee una producción ganadera, que constituye una de las más importantes ramas agropecuaria, por su papel en la alimentación humana.

Refiere [1] que el relieve llano es favorable para la sostenibilidad agropecuaria, ya que el clima en esta zona de estudio es propicio para el crecimiento de las plantas forrajeras lo cual garantiza la alimentación del ganado. De igual forma cita el referido autor, que la producción agropecuaria en la llanura Sur – Oriental de la provincia de Pinar del Río está afectada por varios factores adversos, destacándose las afectaciones a los suelos que conducen a la pérdida acelerada de su agro productividad, la contaminación de las aguas subterráneas como consecuencia de la penetración de las cuñas salinas, la menor disponibilidad de recursos hídricos para el riego por la recurrencia y extensión de las sequías, las pérdidas de cosechas debido a la aparición de plagas y enfermedades, el decremento de los rendimientos por la elevación de la temperatura, las pérdidas por concepto de la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos. Señala, además, que la agricultura cubana es fuente de importantes ingresos directos e indirectos para la economía en cuanto a las divisas convertibles, productos todos de reconocida calidad que constituyen fondos exportables o insumos esenciales para el turismo y la comercialización interna en divisas.

Entre los principales productos que contribuyen a que exista una agricultura sostenible en Cuba se encuentran los siguientes: habano, café, cacao, cítricos, azúcar de caña, ron, miel de abeja. Todos ellos afectados, en una forma u otra, por los impactos provocados por el cambio climático.

Basado en lo antes referido y para el análisis de las afectaciones dados los factores adversos que inciden en el desarrollo sostenible agropecuario en la zona de estudio, se realiza un análisis de PESTEL. El análisis PESTEL es una técnica de análisis estratégico para definir el entorno externo a través de los factores siguientes: Políticos, Económicos, Socio-culturales, Tecnológicos, Ecológicos y Legales. Este análisis consiste en determinar las fuerzas sociales que afectan el microentorno, es decir, analizar todos aquellos factores generales (de ámbito nacional e internacional) que delimitan el marco en el que actúan las instituciones de una región dada y que afectan su entorno específico: sector, mercado, clientes, competencia, proveedores, etc.

El Análisis PESTEL, según refiere [2] es una técnica de análisis de negocio que permite determinar el contexto en el que se mueve, a su vez posibilita el diseño de estrategias para poder defenderse, aprovecharse o adaptarse a todo aquello que afecta al sector o mercado. Las categorías que contempla dicho análisis son:

- Factores Políticos
- Factores Económicos
- Factores Socioculturales
- Factores Tecnológicos
- Factores Ecológicos
- Factores Legislativos

En este análisis es necesario diferenciar dos niveles del entorno; general y específico. El entorno general, en nuestro caso de estudio, se refiere al medio externo que rodea la sostenibilidad agropecuaria en la llanura Sur – Oriental de la provincia de Pinar del Río, desde una perspectiva genérica, análisis que se ha hecho de dos maneras. Por un lado, se han detallado las cifras macroeconómicas del entorno, así como la evolución del sector agropecuario, para situarlo en un contexto que sirva de punto de partida y, por otro lado, se ha analizado el sector mediante el modelo PESTEL.

El análisis a través del modelo PESTEL, según [3] ha ganado terreno en la literatura en los últimos años. El citado autor, refiere que el término PESTEL fue usado por primera vez por los autores Johnson y Scholes en su

libro *"Exploring Corporate Strategy"*, en la sexta edición del año 2002, sin reivindicar la invención del acrónimo "PESTEL". Para nuestro caso de estudio, el modelo PESTEL integra los factores que se muestran en la figura 1.



Figura 1. Factores que integral el análisis PESTEL para determinar los factores que inciden en la sostenibilidad agropecuaria de la llanura Sur – oriental de la provincia de Pinar del Río. **Fuente:** Elaboración propia.

Para identificar las variables que mayor incidencia posee en la sostenibilidad agropecuaria de la llanura Sur – Oriental de la provincia de Pinar del Río, a través del modelo PESTEL, según refieren [4], se agrupan los factores del entorno en las dimensiones que se especificaron en la figura 1.

El análisis de PESTEL con mapas cognitivos neutrosóficos, en el presente estudio, facilita una mayor interpretabilidad de los resultados obtenidos y contribuye a la correlación entre las características de los factores de estudio. El análisis de las características de cada factor que analiza el modelo PESTEL, facilita la obtención de los factores de mayor peso para una mayor sostenibilidad agropecuaria de la llanura sur - oriental de la provincia de Pinar del Río.

La neutrosofía, fue propuesta por [5] para el tratamiento de las neutralidades. Esta ha formado las bases para una serie de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [6]. La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado según refiere [7] como $N = \{(T,) : T, I, F \subseteq [0,1]\} n$, lo que representa una valuación neutrosófica, considerada como un mapeo de un grupo de fórmulas proposicionales a N, y por cada sentencia p para obtener el resultado a través de la ecuación 1.

$$v\ (p) = (T, I, F) \tag{1}$$

La lógica neutrosófica es una generalización de la lógica difusa, basada en el concepto de neutrosofía según [8, 9], donde una matriz neutrosófica, es una matriz donde los elementos a = (aij) son reemplazados por elementos en ⟨RUI⟩, donde ⟨RUI⟩ es un anillo neutrosófica entero [10]. Por otra parte, un grafo neutrosófico, es un grafo en el cual al menos un arco es un arco neutrosófico [11].

En una matriz de adyacencia neutrosófica los arcos cuando son iguales a 0, significan que no poseen conexión entre nudos, cundo son iguales a 1, significa que posee conexión entre nudos, y cuando son iguales a I, significa que la conexión es indeterminada (desconocida si es o si no). Tales nociones no se utilizan en la teoría difusa.

Por otra parte, si la indeterminación es introducida en un mapa cognitivo según refiere [12], entonces ese mapa cognitivo es llamado mapa cognitivo neutrosófico, el cual resulta especialmente útil en la representación del conocimiento causal [11,13, 14].

2 Materiales y métodos

En el presente estudio se realiza un análisis de PESTEL con mapas cognitivos neutrosóficos, para determinar los factores que inciden en la sostenibilidad agropecuaria de la llanura Sur – Oriental de la provincia de Pinar del Río, a partir de una metodología descriptiva con método cuantitativo. El resultado que se obtiene al utilizar la metodología descriptiva es factible para definir las características de los factores que intervienen en el modelo PESTEL relacionado con la sostenibilidad agropecuaria de la llanura sur – oriental de la provincia de Pinar del Río, Cuba.

De acuerdo con el objetivo que se propone alcanzar en el presente trabajo, se desarrolla un marco de trabajo que facilita el análisis de PESTEL basado en mapas cognitivos neutrosóficos. El marco de trabajo propuesto es la que se muestra en la figura 2.

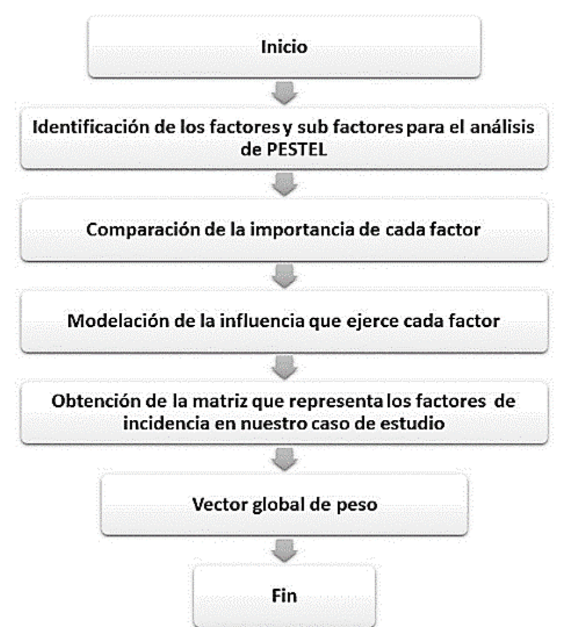


Figura 2. Marco de trabajo para obtener las características analizar en cada factor del modelo PESTEL basado en mapas cognitivos neutrosófico. **Fuente:** Elaboración propia.

El marco de trabajo propuesto en la figura 2, guía el proceso para obtener las características de cada factor analizar, para la sostenibilidad agropecuaria en la llanura sur – oriental de la provincia de Pinar del Río, con el modelo PESTEL. La estructura integrada de los factores que se corresponden para realizar un análisis de PESTEL y sus características son modeladas a través del uso de un mapa cognitivo neutrosófico, el cual contribuye a la obtención del análisis cuantitativo de las características que se corresponden con los factores de análisis.

Los mapas cognoscitivos neutrosóficos son una generalización de los mapas cognitivos difusos. Los mapas cognitivos difusos son introducidos por Axelrod [15] donde los nodos representan conceptos o variables en un área de estudio determinada y los arcos indican influencias positivas o negativas, las que son consideradas relaciones causales. Ellos han sido aplicados en diversas áreas, especialmente en el apoyo a la toma de decisiones y en el análisis de sistemas complejo según refieren [16].

3 Resultados

En la figura 3, se muestran los factores y características del modelo PESTEL que se obtiene para el análisis de la sostenibilidad agropecuaria en la llanura sur – oriental de la provincia de Pinar del Río. Dichas características relacionadas con los factores del modelo PESTEL se basan en el marco de trabajo propuesto en la figura 2.

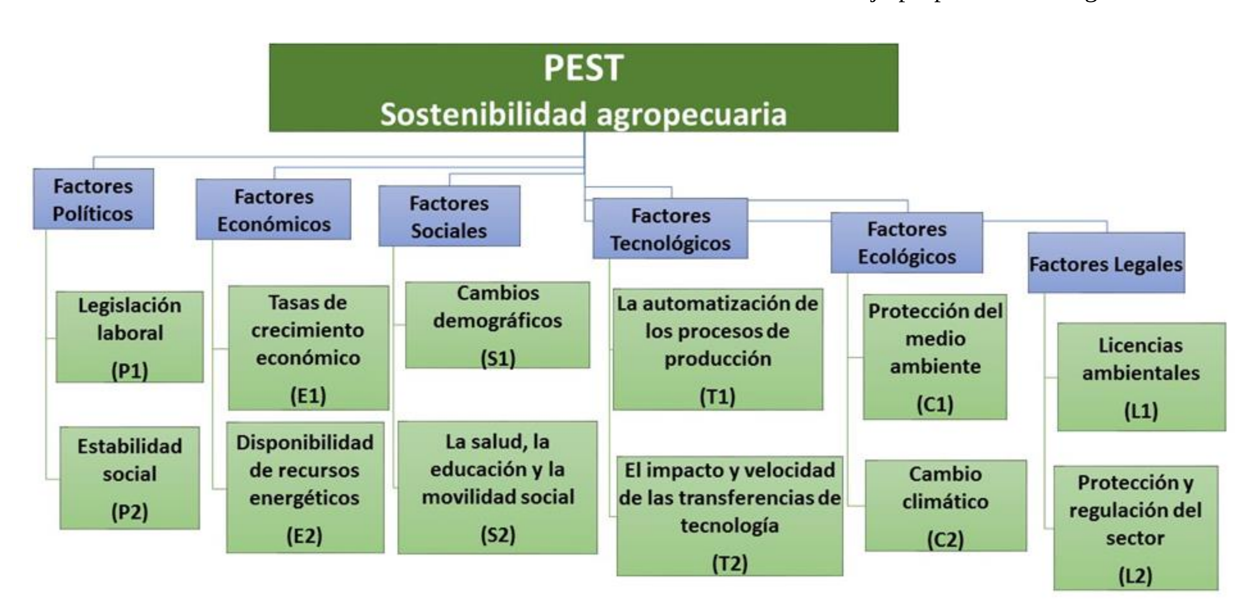


Figura 3. Modelo jerárquico de PEST para el análisis de la Sostenibilidad Agropecuaria en la Llanura Sur – Oriental de Pinar del Río. **Fuente**: Elaboración propia.

Obtenidas las características correspondientes a los factores del modelo PESTEL, ellas se analizan teniendo en cuenta que el modelo PESTEL es una técnica de análisis estratégico para definir el contexto de un área determinada a través del análisis de una serie de factores externos, según refiere [17]. Es de destacar que el análisis PESTEL incorpora al análisis PEST los factores Ecológicos y Legales, por lo que en la presente investigación se realizó previamente un análisis de PEST. El análisis de PEST es un análisis que se realiza como herramienta de planificación estratégica que mide el impacto de los factores del macro entorno. Los factores analizados con la técnica de PEST según [18] fueron:

- Factores políticos: El primer elemento del Análisis PEST que debemos estudiar es el constituido por los factores políticos. En ese sentido, para nuestro caso de estudio los factores políticos a evaluar están relacionados con el impacto de todo cambio político o legislativo que pueda afectar la sostenibilidad agropecuaria en la llanura sur – oriental de la provincia de Pinar del Río.
- Factores económicos: Los factores políticos no operan en el vacío, y las decisiones de política pública tienen implicaciones económicas. Todas las empresas se ven afectadas por factores económicos del orden nacional, internacional o global. El comportamiento, el poder adquisitivo está relacionado con la etapa de auge, recesión, estancamiento o recuperación por la que atraviese una economía. Los factores económicos afectan el poder de compra de recursos necesarios para una sostenibilidad agropecuaria y el costo del capital para la empresa encargada de mantener la sostenibilidad agropecuaria.
- Los factores sociales para una sostenibilidad agropecuaria se enfocan en las fuerzas que actúan dentro de la sociedad y que afectan las actitudes, intereses y opiniones de los que influyen en la toma de decisiones. Refiere [19] que los factores sociales varían e incluyen aspectos tan diversos como, los cambios demográficos.
- El factor tecnológico es otro de los factores a tener en cuentan, ya que la tecnología es una fuerza impulsora que contribuye a un mejoramiento en la calidad, se reducen las barreras de entrada.

Obtenidos los factores del macro entorno a través de la técnica PEST se definen los factores externos que inciden en la sostenibilidad agropecuaria de la llanura sur – oriental de la provincia de Pinar del Río, Cuba, utilizando el modelo PESTEL. Factores que se obtienen con el propósito de definir el entorno de la llanura sur – oriental de la provincia de Pinar del Río, Cuba para medir la sostenibilidad agropecuaria de la región. Los factores que se analizan a través de la técnica de PESTEL, de acuerdo a [15], son:

1. Factores ecológicos
2. Factores legales

En la presente investigación los factores ecológicos que se analizan se corresponden con las características relacionadas con la protección del medio ambiente y el cambio climático. Por otra parte, y en lo referido a los factores legales se analizan las características relacionadas con las licencias ambientales y la protección y regulación del sector agropecuario en la zona de estudio.

Señala [20 que los resultados obtenidos con el análisis de PEST y PESTEL, en particular de cada característica que representa los factores en estudio, se presentan en términos lingüísticos, por lo que para obtener una mayor interpretabilidad de ellos es necesario su tratamiento, para poder cuantificar los mismos. Por tal motivo, en el presente estudio, se utilizan los mapas cognoscitivos neutrosóficos, como herramienta para el modelado de las características que se relacionan con los factores que inciden en el desarrollo agropecuario de la llanura sur – oriental de la provincia de Pinar del Río.

La lógica neutrosófica es una generalización de la lógica difusa basada en el concepto de neutrosofía según refieren [21,22]. Una matriz neutrosófica, por su parte, es una matriz donde los elementos $a = (aij)$ han sido reemplazados por elementos en ⟨RUI⟩, donde ⟨RUI⟩ es un anillo neutrosófico entero [23]. Un grafo neutrosófico es un grafo en el cual al menos un arco es un arco neutrosófico [24], en la figura 4, se muestra un mapa cognitivo neutrosófico.



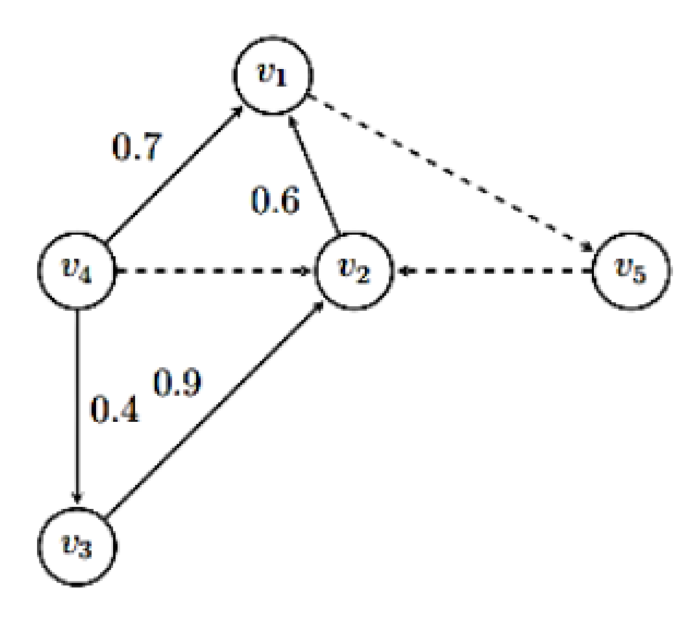


Figura. 4. Mapa cognitivo neutrosófico. **Fuente** [5]

En un mapa cognitivo si se introduce la indeterminación [25]entonces es llamado un mapa cognitivo neutrosófico, el cual resulta especialmente útil en la representación del conocimiento causal al permitir la representación y análisis de la indeterminación [26, 27]. El análisis estático en un mapa cognitivo neutrosófico se centra en la selección de los conceptos, características o factores más importante en el sistema modelado [28].

El análisis estático, antes referido, se realiza a partir de la matriz de adyacencia tomando en consideración el valor absoluto de los pesos [28]. Un análisis estático en MCN [29] el cual da como resultado inicialmente número neutrosóficos de la forma (a+bI, donde I = indeterminación) [30]. Se requiere de un proceso de-neutrosificación tal como fue propuesto por Salmerón and Smarandache [31]. I ∈ [0,1] es reemplazado por sus valores máximos y mínimos.

Esencialmente para realizar un análisis estático en un mapa cognitivo neutrosófico se debe seguir los pasos que se muestran en la figura 5.



Figura 5. Pasos a seguir para el análisis estático en un mapa cognitivo neutrosófico. **Fuente**: [5]

Las medidas que se describen a continuación se emplean en el modelo propuesto, las mismas se basan en los valores absolutos de la matriz de adyacencia [32]:

- Outdegree (vi) es la suma de las filas en la matriz de adyacencia neutrosófica. Refleja la fortaleza de las relaciones (cij) saliente de la variable.

$$od(vi) = \sum_{i=1}^{n} c_{ij} \quad (2)$$

- Indegree (vi) es la suma de las columnas Refleja la Fortaleza de las relaciones (cij) saliente de la variable.

$$id(vi) = \sum_{i=1}^{n} c_{ij} \quad (3)$$

- Centralidad total (total degree (vi)), es la suma del indegree y el outdegree de la variable.

$$td(vi) = od(vi) + id(vi) \quad (4)$$

Para la evaluación de los factores PESTEL con un mapa cognitivo neutrosófico se tiene en cuenta los factores obtenidos con la técnica de PESTEL y las características relacionadas con cada factor que fueron representadas de forma jerárquica en la figura 3. El MCN, para nuestro caso de estudio se desarrolla mediante la captura del conocimiento. La matriz de adyacencia neutrosófica generada se muestra en la Tabla 1.

	P1	P2	E1	E2	S1	S2	T1	T2	C1	C2	L1	L2
P1	0	0	0	-0.3	0	0	0	0	0	0	0	0
P2	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0
E1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E2	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0
S1	0.4	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0.35	0	0	0	0	0	0	0	0
C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0
C2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.30	0	0
L2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.20

Tabla 1. Matriz de adyacencia neutrosófica. **Fuente**: Elaboración propia.

Las medidas de centralidad son calculadas a través de las medidas Outdegree e indegree, resultados que se muestran en la tabla 2.

Nodo	Id	Od
P1	0.4	0.3
P2	I	0.25
E1	0	0.2
E2	1.05	0.3
S1	I	0.7+1
S2	0	I
T1	0.55	0.2
T2	0.3	0.35
C1	0.25	0
C2	0.30	0
L1	0	0.30
L2	0	0.20

Tabla 2. Medidas de centralidad, outdegree, indegree. **Fuente:** Elaboración propia.

Calculadas las medidas de centralidad, se clasifican los nodos del mapa cognitivo neutrosófico, definición que se muestra en la tabla 3.

	Nodo transmisor	Nodo receptor	Ordinario
P1			X
P2			X
E1			X
E2	X		
S1			X
S2	X		
T1			X
T2			X
C1			x
C2			x
L1			x
L2			x

Tabla 3. Clasificación de los nodos. **Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla 3, los nodos posteriores son clasificados. En este caso, E2 y S2 son los nodos receptores. El resto de los nodos son ordinario.

La centralidad total (total degree (vi)), es calculada a través de la ecuación 4, los resultados para nuestro caso de estudio se muestran en la tabla 4.

	td
P1	0.7
P2	0.25+I
E1	0.2
E2	1.35
S1	0.7+2I
S2	I
T1	0.75
T2	0.65
C1	0.25
C2	0.30
L1	0.30
L2	0.20

Tabla 4. Centralidad total. Fuente: Elaboración propia.

El próximo paso es el proceso de des neutrosoficasión como refieren Salmeron y Smarandache [33]. I ∈ [0,1] es reemplazado por valores maximos y mnimos. En la table 5 se muestran los valores de los intervalos.

	Td
P1	0.7
P2	[0.25, 1.25]
E1	0.2
E2	1.35
S1	[0.7, 2.7]
S2	[0, 1]
T1	0.75
T2	0.65
C1	1.25
C2	1.30
L1	1.30
L2	1.20

Tabla 5. De – nuetrosificación total de los valores de centralidad total. **Fuente:** Elaboración propia.

Finalmente se trabaja con la media de los valores extremos, la cual se calcula a través de la ecuación 5, la cual es útil para obtener un único valor según refiere [34]. Valor que contribuye a la identificación de las características atender de acuerdo a los factores obtenidos con el modelo PESTEL, para nuestro caso de estudio.

$$\lambda([a_1, a_2]) = \frac{a_1+a_2}{2} \quad (5)$$

Entonces;

$$A > B \Leftrightarrow \frac{a_1+a_2}{2} > \frac{b_1+b_2}{2} \quad (6)$$

Basado en la ecuación 5, se obtiene la mediana de los valores extremos para analizar las características atender de acuerdo con los factores obtenidos a través de la técnica de PESTEL en el presente estudio. Los resultados se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Mediana de los valores extremos. Fuente: Elaboración propia.

	Td
P1	0.7
P2	0.75
E1	0.2
E2	1.35
S1	1.7
S2	0.5
T1	0.75
T2	0.65
C1	1.25
C2	1.30
L1	1.30
L2	1.20

A partir de estos valores numéricos se obtiene el siguiente orden:

$$\mathbf{S_1 > E_2 > C2 > L1 > C1 > L2 > P_2 > T_1 > P_1 > T_2 > S_2 > E_1}$$

Los factores atender para la sostenibilidad del sector agropecuario en la provincia de Pinar del Río son los tecnológicos, los políticos y los económicos. Las medidas de posición central de los factores obtenidos a través de la técnica de PESTEL y analizados según el empleo de los mapas cognitivos neutrosóficos son los que se muestran en la figura 6. Las características analizadas en cada factor fueron agrupadas para obtener los resultados que se muestran.

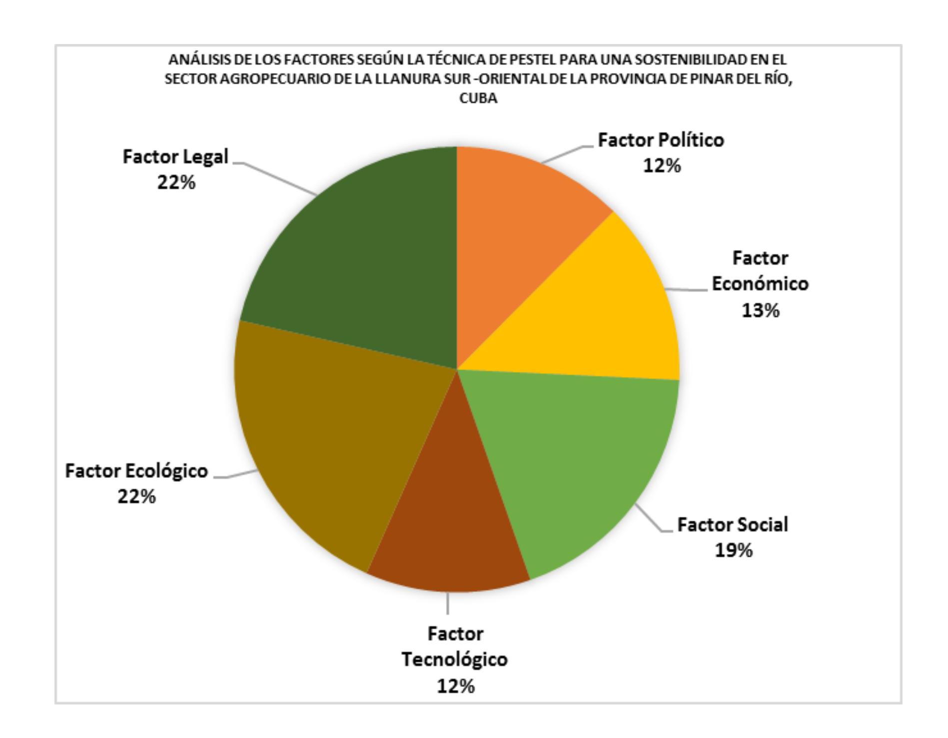


Figura 6. Valores de posición central por factores. **Fuente:** Elaboración propia.

Conclusiones

En el presente estudio se realiza una caracterización de la sostenibilidad agropecuaria de la llanura Sur – Oriental de la provincia de Pinar del Río, Cuba. Se utiliza la técnica de PESTEL que contribuyó al análisis del entorno, identificando los factores claves que tienen impacto significativo en el sector agropecuario.

Se describen las características más influyentes para la región y la sostenibilidad agropecuaria de cada factor identificado.

Las características se modelaron haciendo uso de los mapas cognitivos neutrosóficos, teniendo en cuenta las interdependencias entre las características y los factores identificados con la técnica de PESTEL, donde a partir de ellos se realizó un análisis cuantitativo, basado en el análisis estático que proporciona el uso de los mapas cognitivos neutrosóficos.

Se demuestra que para obtener una sostenibilidad agropecuaria se ha de atender los factores tecnológicos, políticos y económicos.

Referencias

[1]. Díaz, J. A., El Cambio Climático y su Impacto en la Seguridad Alimentaria. 13-17 de octubre de 2008.
[2]. Pérez, M. A., Qué es el análisis PESTEL [en linea] Dirección URL: https://www.zonaeconomica.com/que-es-el-analisis-pestel. (Consultado el 24 de Dic de 2018)
[3]. Gassner, M., PESTEL – Strategie zur Berherrschung externer Risiken, 2014. Recuperado de: http://www.symposion.de/kapitel33630101_WERK7001009.html

[4]. Navas, J.E.; Guerras, L.A. (2002): La Dirección Estratégica de la Empresa. Teoría y Aplicaciones.
[5]. Leyva, M., Smarandache, F., Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre, 2018, Pons, Bruselas.
[6]. Smarandache, F., A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability. 2005: Infinite Study.
[7]. Wang, H., et al., Interval Neutrosophic Sets and Logic:Theory and Applications in Computing: Theory andApplications in Computing. 2005: Hexis.
[8]Smarandache, F., A unifying field in logics: neutrosophic logic. Neutrosophy, neutrosophic set, neutrosophic probability and statistics. 2005: American Research Press.
[9] Vera, M., et al., Las habilidades del marketing como determinantes que sustentaran la competitividad de la Industria del arroz en el cantón Yaguachi. Aplicación de los números SVN a la priorización de estrategias. Neutrosophic Sets & Systems, 2016. 13.
[10]. Kandasamy, W.V. and F. Smarandache, Fuzzy Neutrosophic Models for Social Scientists. 2013: Education Publisher Inc.
[11]. Kandasamy, W.B.V. and F. Smarandache, Fuzzy cognitive maps and neutrosophic cognitive maps. 2003: American Research Press.
[12]. Leyva-Vázquez, M., et al. The Extended Hierarchical Linguistic Model in Fuzzy Cognitive Maps. in Technologies and Innovation: Second International Conference, CITI 2016, Guayaquil, Ecuador, November 23-25, 2016, Proceedings 2. 2016. Springer.
[13]. Smarandache, F., A unifying field in logics: neutrosophic logic. Neutrosophy, neutrosophic set, neutrosophic probability and statistics. 2005: American Research Press.
[14] Leyva-Vázquez, M., et al., Técnicas para la representación del conocimiento causal: un estudio de caso en Informática Médica. Revista Cubana de información en ciencias de la salud, 2013. 24(1): p. 73-83.
[15]. Axelrod, R.M., Structure of decision: The cognitive maps of political elites. 1976: Princeton University Press Princeton, NJ.
[16]. Leyva-Vázquez, M., et al., Técnicas para la representación del conocimiento causal: un estudio de caso en Informática Médica. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, 2013. 24: p. 73-83.
[17]. Parada, P. (2015). Análisis PESTEL, una herramiento del estudio del entorno. Obtenido de http://www.pascualparada.com/analisis-pestel-una-herramienta-de-estudio-del-entorno
[18]. Ayala, L., & Arias, R. (s.f.). Gerencia de Mercadeo. Obtenido de: http://3w3search.com/Edu/Merc/Es/GMerc098.htm
[19]. Yüksel, İ., Developing a multi-criteria decision making model for PESTEL analysis. International Journal of Business and Management, 2012. 7(24): p. 52.
[20]. VÁZQUEZ, M.L., et al., A framework for PEST analysis based on fuzzy decision maps. Espacios, 2018. 39(18).
[21]. Smarandache, F., A unifying field in logics: neutrosophic logic. Neutrosophy, neutrosophic set, neutrosophic probability and statistics. 2005: American Research Press.
[22]. Vera, M., et al., Las habilidades del marketing como determinantes que sustentaran la competitividad de la Industria del arroz en el cantón Yaguachi. Aplicación de los números SVN a la priorización de estrategias. Neutrosophic Sets & Systems, 2016. 13.
[23]. Kandasamy, W.V. and F. Smarandache, Fuzzy Neutrosophic Models for Social Scientists. 2013: Education Publisher Inc.
[24]. Kandasamy, W.B.V. and F. Smarandache, Fuzzy cognitive maps and neutrosophic cognitive maps. 2003: American Research Press.
[25]. Leyva-Vázquez, M., et al. The Extended Hierarchical Linguistic Model in Fuzzy Cognitive Maps. in Technologies and Innovation: Second International Conference, CITI 2016, Guayaquil, Ecuador, November 23-25, 2016, Proceedings 2. 2016. Springer.
[26]. Smarandache, F., A unifying field in logics: neutrosophic logic. Neutrosophy, neutrosophic set, neutrosophic probability and statistics. 2005: American Research Press.
[27]. Leyva-Vázquez, M., et al., Técnicas para la representación del conocimiento causal: un estudio de caso en Informática Médica. Revista Cubana de información en ciencias de la salud, 2013. 24(1): p. 73-83.
[28]. Stach, W., Learning and aggregation of fuzzy cognitive maps-An evolutionary approach. 2011, University of Alberta.
[29]. Bello Lara, R., et al., Modelo para el análisis estático en grafos difusos basado en indicadores compuestos de centralidad. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 2015. 9(2): p. 52-65.
[30]. Smarandache, F., Refined literal indeterminacy and the multiplication law of sub-indeterminacies. Neutrosophic Sets and Systems, 2015. 9: p. 58-63.
[31]. Salmerona, J.L. and F. Smarandacheb, Redesigning Decision Matrix Method with an indeterminacy-based inference process. Multispace and Multistructure. Neutrosophic Transdisciplinarity (100 Collected Papers of Sciences), 2010. 4: p. 151.
[32]. Stach, W., L. Kurgan, and W. Pedrycz, Expert-Based and Computational Methods for Developing Fuzzy Cognitive Maps, in Fuzzy Cognitive Maps, M. Glykas, Editor. 2010, Springer: Berlin. p. 23-41.



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico



Ampliación de la técnica de PESTEL al entorno neutrosófico para apoyar la toma de decisiones en la gestión empresarial

Neilys González Benítez[1]

[1] Dra. C. Técnicas, Centro Meteorológico de Pinar del Río, Código Postal: 20100, Cuba. E-mail: neilysgonzalezbenitez@gmail.com

Resumen: En el presente trabajo se propone la ampliación de la técnica de PESTEL al entorno neutrosófico para apoyar la toma de decisiones en la gestión empresarial, desarrollándose un PESTEL neutrosófico útil para el análisis dinámico de los diferentes factores en un entorno determinado. El marco de trabajo para la ampliación de la técnica de PESTEL al entorno neutrosófico se compone de cinco actividades fundamentales; actividades que se describen en el presente artículo. En la primera actividad se propone la identificación de los factores PESTEL, en la segunda se descomponen los factores PESTEL en sub factores, en la tercera actividad se correlacionan y se modelan los factores PESTEL y sub factores, en la cuarta actividad se realiza el cálculo de las medidas de posición central, para clasificar los factores PESTEL y sub factores y, por último, como quinta actividad, se reducen los factores PESTEL. Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo es ampliar la técnica de PESTEL al entorno neutrosófico. Se desarrolla un estudio de caso haciendo uso del PETEL neutrosófico para apoyar la toma de decisiones en la gestión empresarial, dado que la neutrosofía es una nueva rama de la filosofía que estudia el origen, naturaleza y alcance de las neutralidades la cual constituye una herramienta favorable para apoyar la toma de decisiones.

Palabras Claves: PESTEL, gestión empresarial, Neutrosofía, análisis estático, toma de decisiones.

1. Introducción

La puesta en marcha de una empresa o de una nueva unidad de negocio requiere de un conocimiento detallado del contexto en el que se va a desenvolver. Existen numerosos factores externos que condicionarán su funcionamiento, de ahí que el análisis del entorno sea la clave para conocer las tendencias futuras y definir con antelación la estrategia empresarial a seguir. Un instrumento de utilidad para cumplir con este objetivo es la técnica de PESTEL, que permite realizar una investigación pormenorizada de los asuntos que más influyen en el desarrollo de la actividad empresarial o del proyecto que se quiere impulsar.

Esta herramienta permite prever tendencias en el futuro a corto y mediano plazo, ofreciendo a la organización un margen de acción amplio y mejorando su capacidad para adaptarse a los cambios que se anticipan. También facilita criterios objetivos para definir su posición estratégica y aporta información para aprovechar las oportunidades que se presentan en determinados mercados. Y esto se logra a través de la descripción de una serie de variables que brindan argumentos sobre el comportamiento del entorno en el futuro.

Realizar un análisis estratégico para definir el entorno externo de una empresa a través de la técnica PESTEL es de utilidad, según refiere [1], debido a las ventajas que esto aporta, ya que constituye una guía de investigación del contexto que rodea la empresa. Entre las ventajas que más se destacan se encuentran:

- **Se adapta a cada caso**. Existen factores que se pueden enmarcar dentro de otros. Por ejemplo, el legislativo se puede integrar fácilmente dentro del político e industria se puede incluir en economía. El factor ecológico también se puede enmarcar fácilmente en social y en los otros. Todo depende del área en el que se desarrolle la actividad de la empresa en cuestión y de las peculiaridades de su sector.
- **Ayuda a la toma decisiones**. Esto es porque el conocimiento del mercado y los factores que marcan su crecimiento o declive, su potencial y su atractivo, facilitan la identificación y control de los riesgos que se presentan y a su vez es posible determinar, finalmente, si es conveniente o no entrar en él. Por todo ello, resulta de utilidad en procesos de internacionalización.
- **Tiene un enfoque proactivo**. Permite anticipar los cambios y vislumbrar tendencias futuras, de modo que la organización irá un paso por delante y no tendrá que esperar a reaccionar con prisas ante las nuevas características del mercado. Facilita la planificación y se minimiza el impacto de los escenarios adversos.
- **Es de aplicación amplia**. Tanto si se realiza para tomar decisiones sobre la creación de una nueva empresa, la apertura de una oficina en otro país o región, la redefinición de la marca, una posible adquisición o la entrada de socios, el análisis PESTEL permite conocer en detalle las tendencias que marcarán el futuro del mercado.

Refiere el citado autor que los factores PESTEL sirven para conocer las tendencias y rediseñar la estrategia empresarial, en las variables que integran estos factores se encuentran:

- Variables políticas. Son los aspectos gubernamentales que inciden de forma directa en la empresa. En esta variable se encuentran involucradas las políticas impositivas o de incentivos empresariales en determinados sectores, regulaciones sobre empleo, el fomento del comercio exterior, la estabilidad gubernamental, el sistema de gobierno, los tratados internacionales o la existencia de conflictos internos o con otros países actuales o futuros. También la manera de la que se organizan las distintas administraciones locales, regionales y nacionales. Los proyectos de los partidos mayoritarios sobre la empresa también se incluyen en este apartado.
- Variables económicas. Esta variable es útil para analizar los datos macroeconómicos, la evolución del PIB, las tasas de interés, la inflación, la tasa de desempleo, el nivel de renta, los tipos de cambio, el acceso a los recursos, el nivel de desarrollo y los ciclos económicos. También se deben investigar los escenarios económicos actuales y futuros y las políticas económicas.
- Variables sociales. En esta variable los factores a tener en cuenta son la evolución demográfica, la movilidad social y cambios en el estilo de vida. También el nivel educativo y otros patrones culturales, la religión, las creencias, los roles de género, los gustos, las modas y los hábitos de consumo de la sociedad. En definitiva, las tendencias sociales que puedan afectar el proyecto de negocio.
- Variables tecnológicas. Esta variable resulta algo más complejo de analizar debido a la velocidad de los cambios en esta área. Hay que conocer la inversión pública en investigación y la promoción del desarrollo tecnológico, la penetración de la tecnología, el grado de obsolescencia, el nivel de cobertura, la brecha digital, los fondos destinados a I+D, así como las tendencias en el uso de las nuevas tecnologías.
- Variables ecológicas. En esta variable se analizan factores relacionados con la conservación del medio ambiente, la legislación medioambiental, el cambio climático y variaciones de las temperaturas, los riesgos naturales, los niveles de reciclaje, la regulación energética y los posibles cambios normativos en esta área.
- Variables legales. En esta variable se encuentra toda la legislación que tenga relación directa con el proyecto, información sobre licencias, legislación laboral, propiedad intelectual, leyes sanitarias y los sectores regulados, etc.

El proceso de toma de decisiones ha sido un tema central en estudios y configuraciones de las estructuras organizativas. A través de la estructura quedan definidas las unidades organizativas, sus objetivos, funciones, cargos y tareas asociadas, así como los niveles de autoridad-subordinación, y como consecuencia de ello, el sistema de relaciones formales [2].

De acuerdo con lo referido por el citado autor, para apoyar la toma de decisiones en la gestión empresarial, es necesario definir variables que identifiquen los aspectos que poseen más peso en el entorno empresarial y que afectan el entorno empresarial futuro y variables que identifiquen factores menos decisivos e irrelevantes para el funcionamiento de una empresa, de unidad de negocio o proyecto. Para tal fin se recomienda comenzar el análisis por los factores más generales y terminar por los que son más específicos o característicos de la empresa.

Obtenidos los factores de mayor y menor peso es posible realizar un análisis comparativo, asignando una calificación a cada factor. Lo que facilita el estudio de varias características que contribuye al conocimiento del entorno, y en particular conocer cuál es el entorno más favorable o adecuado a los propósitos de la empresa.

El análisis de los entornos es adecuado para grandes empresas que cuentan con estructuras complejas. También estos análisis, se adaptan a la realidad de las empresas de menor tamaño, porque son flexibles y facilitan la realización de estudios amplios o la integración de variables dentro de otras, adaptándose a la realidad de la organización. Dependiendo del tipo de negocio, las variables a definir tendrán un peso mayor que otras.

Estos estudios con frecuencia se realizan utilizando la técnica de PESTEL, la que constituye una herramienta accesible, fácil de aplicar y muy utilizada por empresas de diversos sectores y de distintos tamaños. Con PESTEL es posible evaluar los principales elementos externos que influyen en un proyecto o negocio según refiere [1]. Esta técnica facilita el apoyo a la toma de decisiones anticipadas, porque guía la dirección de la empresa hacia escenarios futuros con el fin de determinar el desarrollo de la actividad. Los resultados que se obtienen haciendo uso de la técnica de PESTEL son expresados de forma cualitativa, en términos lingüísticos cuyos resultados requieren ser tratados para la solución de problemas indeterminados que se obtienen al aplicar PESTEL.

Para solucionar lo antes referido, se propone trasladar la técnica de PESTEL al ámbito neutrosófico. La neutrosofía, es una rama de la ciencia que aporta resultados significativos cuando existen problemas de indeterminación, ejemplo de ello es al hacer análisis de los factores a tener en cuenta para la gestión empresarial.

En este ámbito, de la gestión empresarial es de utilidad el uso de la neutrosofía para obtener una mayor interpretabilidad de los datos, ella constituye una herramienta para el apoyo hacia la toma de decisiones, aprovechando no solo las posiciones encontradas y opuestas si no las neutras o ambiguas. Partiendo que toda idea < A > tiende a ser neutralizada, disminuida, balaceada por las ideas, en clara ruptura con las doctrinas vinarias en la explicación y comprensión de los fenómenos [3].

Basado en lo antes referido, en el presente estudio se propone la combinación de PESTEL con los modelos de recomendación neutrosóficos, para hacer de esta combinación un PESTEL neutrosófico, capaz de apoyar la toma de decisiones, proporcionando un conjunto de opciones con el fin de satisfacer las expectativas de los entornos empresariales [4]. Esencialmente la propuesta está relacionada con un modelo de recomendación basado en el conocimiento que se obtiene al aplicar la técnica PESTEL.

El modelo que se propone utiliza los números neutrosóficos de valor único (SVN, por sus siglas en inglés), el mismo facilita el uso de términos lingüísticos [5]. Un análisis de PESTEL basado en un modelo de recomendación tiene presente el análisis de los factores, para el apoyo a la toma de decisiones en aras de obtener una gestión empresarial eficiente. La técnica de PESTEL neutrosófica, que se propone en el presente trabajo, tiene la posibilidad de tratar la interdependencia entre los factores que se analizan, realimentarse y tratar la incertidumbre.

2. Preliminares

En esta sección, se proporciona una breve revisión de la técnica de PESTEL y la interdependencia de sus factores. Luego se proporciona una una revisión de los fundamentos neutrosóficos para poder adaptar la técnica de PESTEL a la neutrosofía.

2.1. Análisis de PESTEL

El análisis PESTEL se usa para ayudar a considerar asuntos políticos, económicos, sociales, tecnológicos, legales y ambientales. Es una herramienta de interés para comprender el aumento o declive de un mercado específico y, en consecuencia, la posición, potencial y dirección de un negocio. PESTEL funciona como un marco para analizar tales situaciones, o bien sea revisar la estrategia; en otras palabras, PESTEL, mide el potencial y la situación del mercado, con lo cual permite entender, presentar, discutir y tomar decisiones acerca de los factores externos. Los aspectos a medir con PESTEL son los que se muestran en la figura 1.

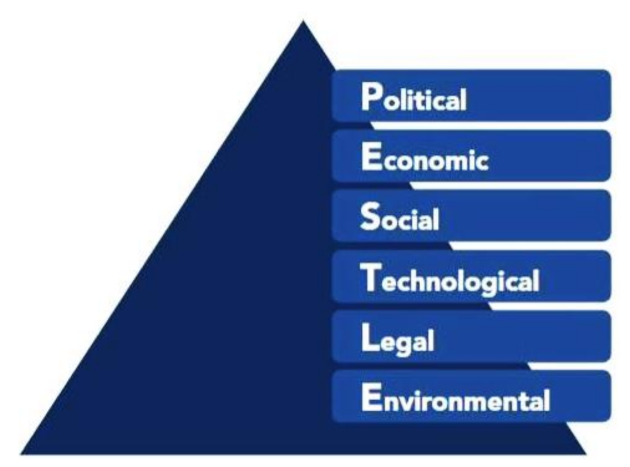


Figura 1. Pirámide de factores de PESTEL. Fuente: Elaboración propia.

El modelo de recomendación basado en el conocimiento a partir de la aplicación de PESTEL, posee una estructura integrada entre los factores, se modela por un modelo de recomendación neutrosófico y el análisis cuantitativo se desarrolla a partir de un análisis estático que permite clasificar y reducir los factores.

1.1. Neutrosofía y modelos de recomendación PESTEL basados en conocimiento, para apoyar la toma de decisiones

La toma de decisiones ha sido abordada históricamente por múltiples disciplinas desde las clásicas como la filosofía, estadística, matemática y economía, hasta las más recientes como la Inteligencia Artificial [6,7]. Las teorías y modelos desarrollados apuntan al soporte racional para la toma de decisiones complejas [6]. El proceso para la solución de un problema de toma de decisiones según [8] es el que se muestra en la figura 2.

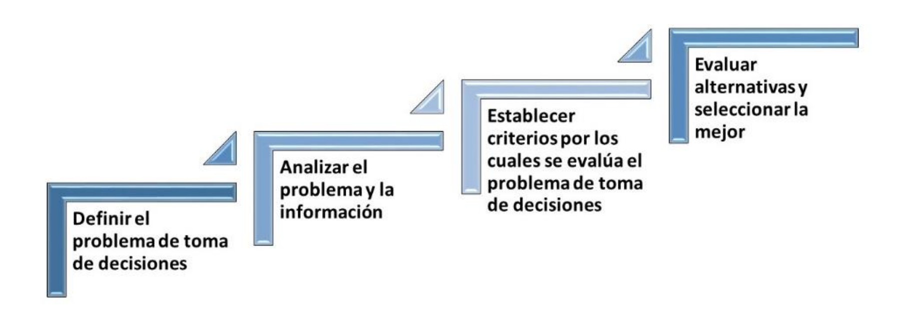


Figura 2. Fases para la solución de un problema de toma de decisiones [8].

Los modelos de recomendación basados en conocimiento realizan sugerencias haciendo inferencias sobre las necesidades y preferencias deseadas [9, 10]. El enfoque basado en conocimiento se distingue porque se usa conocimiento sobre cómo un objeto en particular y el mismo puede satisfacer las necesidades deseadas, por lo tanto, los modelos de recomendación basados en conocimiento tienen capacidad de razonamiento sobre la relación entre una necesidad y la posible recomendación que se brinde.

Desde el punto de vista matemático los modelos de recomendación se distinguen por X, que se denomina el universo de estudio. Un conjunto de números neutrosóficos de valor único (SVNS) A sobre X, es un objeto que sigue la siguiente forma.

$$A = \{\langle x, uA(x), rA(x), vA(x)\rangle : x \in X\} d \quad (1)$$

Donde:

$uA(x)$: $X \rightarrow [0,1]$, $rA(x)$, :$X \rightarrow [0,1]$ y $vA(x)$: $X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq uA(x)+ rA(x)+vA(x)$: ≤ 3; para todo $x \in X$.

El intervalo $uA(x)$, $rA(x)$ y $vA(x)$ representa las membresías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente.

Un número SVN es expresado como: $A = (a, b, c)$, donde $a, b, c \in [0,1]$, y $+ b + c \leq 3$.

Los modelos de recomendación se basan en la construcción de perfiles, como estructuras de conocimiento que se apoyan o aprenden de los procesos de inferencia, inferencia que puede ser enriquecida con la utilización de expresiones del lenguaje natural [11, 12].

3. Marco de trabajo propuesto

El marco de trabajo propuesto para apoyar la toma de decisiones en la gestión empresarial a través del uso de la técnica de PESTEL, con un entorno neutrosófico consta de cuatro fases fundamentales, ellas se muestran gráficamente en la figura 3. Este marco de trabajo se basa en la propuesta de Cordón [11, 13], para sistemas de recomendación basados en conocimiento permitiendo representar términos lingüísticos y la indeterminación mediante números SVN.

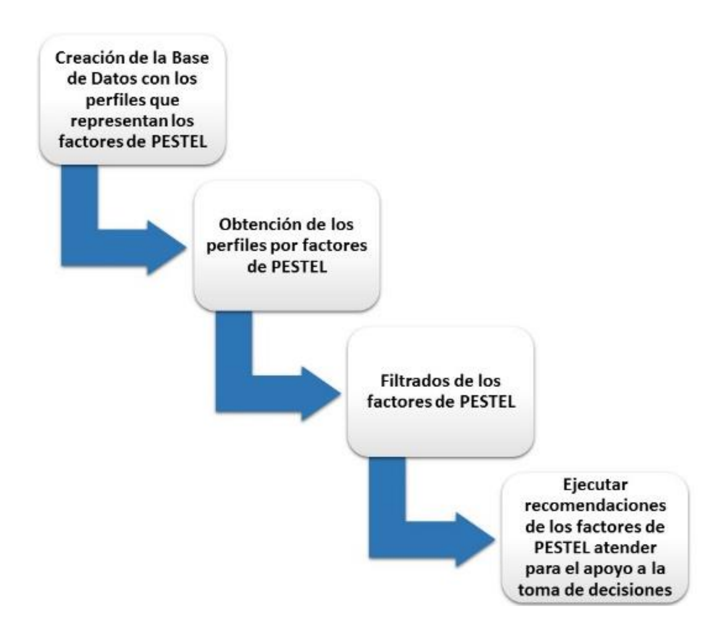


Figura 3. Modelo propuesto para el análisis de PESTEL. **Fuente:** Elaboración propia.

3.1. Creación de la Base de Datos con los perfiles que representan los factores de PESTEL

Cada una de los factores de PESTEL se representan por ai, ellos son descritas por un conjunto de características que conformarán el perfil de los factores, matemáticamente se expresa como se muestra en la ecuación 2.

$$C = \{c1, \ldots, ck, \ldots, cl\} \tag{2}$$

Para la obtención de la base de datos de los factores PESTEL, el perfil de cada factor PESTEL es obtenido mediante números neutrosóficos de valor único (SVN por sus siglas en inglés) [14, 15]. Por tal motivo se tiene que:

Sea $A* = (A1*, A2*,..,An*)$ un vector de números SVN, tal que $Aj *=(aj*, bj*, cj*)$ j=(1,2, … , n) y $Bi = (Bi1, Bi2, \ldots ,Bim)$ (i = 1,2, … , m) sean m vectores de n SVN números, tal que y $Bij = (aij, bij, cij)$ (i = 1,2, … , m), (j = 1,2, … , n); entonces la distancia euclidiana es definida como las Bi y $A*$ según refiere [14]:

$$d_i = \left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(\left|a_{ij}-a_j^*\right|\right)^2+\left(\left|b_{ij}-b_j^*\right|\right)^2+\left(\left|c_{ij}-c_j^*\right|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (i = 1,2, \ldots , m) \tag{3}$$

A partir del resultado de la distancia euclidiana, calculada con la ecuación 3, se define una medida de similitud según refiere [16].

La medida de similitud varia en correspondencia con la alternativa Ai. Si la misma se encuentra más cercana al perfil que representa los factores de PESTEL (si); entonces mayor será la similitud, favoreciendo el establecimiento de un orden entre alternativas [17]. Este perfil que representa los factores de PESTEL puede ser obtenido de forma directa a partir del criterio de los expertos utilizando la ecuación 4.



$$S_i = 1 - \left(\left(\frac{1}{3} \sum_{j=1}^{n} \left\{ \left(|a_{ij} - a_j^*| \right)^2 + \left(|b_{ij} - b_j^*| \right)^2 + \left(|c_{ij} - c_j^*| \right)^2 \right\} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \quad (4)$$

Las valoraciones de las características de los factores PESTEL, aj, se expresan utilizando la escala lingüística S, $v_k^j \in S$, donde S={$s_1,\ldots,s_g$} es el conjunto de término lingüísticos definidos para evaluar las características correspondientes a cada factor PESTEL, ck, cuya evaluación se realiza utilizando los números SVN. Para esto los términos lingüísticos a emplear son definidos. Una vez descrito el conjunto de factores utilizando la ecuación 5, los mismos se guardan en la Base de Datos previamente creada.

$$A = \{a1, \ldots, aj, \ldots, an\} \quad (5)$$

3.2. Obtención de los perfiles por factores de PESTEL

En esta fase se obtiene la información de la empresa relacionada con los factores de PESTEL, estas preferencias constituyen perfiles que se almacenan en la Base de Datos, matemáticamente esto se expresa como se muestra en la ecuación 6.

$$Pe = \{p_1^e, \ldots, p_k^e, \ldots, p_l^e\} \quad (6)$$

Los perfiles obtenidos de los factores de PESTEL, que han sido analizados de acuerdo a las preferencias de la empresa se encuentran integrados por un conjunto de atributos como se muestra en la ecuación 7.

$$Ce = \{c_1^e, \ldots, c_k^e, \ldots, c_l^e\} \quad (7)$$

Donde; $c_k^e \in S$

3.3. Filtrados de los factores de PESTEL

En esta fase se filtran los factores PESTEL de acuerdo al perfil de cada factor obtenido, para encontrar cuáles son los factores PESTEL necesarios atender para apoyar la toma de decisiones en una empresa. Con este propósito se calculada la similitud entre los perfiles de cada factor PESTEL, Pe y las características correspondientes a cada factor PESTEL, aj, registradas previamente en la Base de Datos. Para el cálculo de la similitud total se emplea la expresión 8**.**

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \ldots, v_k^j, \ldots v_l^j\}, j = 1, \ldots n \quad (8)$$

La función S calcula la similitud entre los valores de los atributos del perfil de usuario y la de los productos, aj, según refiere [18].

3.4. Ejecutar recomendaciones de los factores de PESTEL atender para el apoyo a la toma de decisiones

Calculada la similitud entre el perfil de los factores PESTEL de la Base de Datos y cada uno de las características correspondientes a cada factor PESTEL, estas se ordenan de acuerdo a la similitud obtenida, la cual se representa a través del vector de similitud que se muestra en la ecuación 9.

$$D = (d1, \ldots, dn) \quad (9)$$



Los mejores resultados son aquellos, que mejor satisfagan las necesidades del perfil de los factores PESTEL determinados en una empresa para apoyar la toma de decisiones.

4. Caso de Estudio

Para nuestro caso de estudio se utiliza el modelo de empresas con tratamiento especializado en Cuba. Estas empresas con tratamiento especializado poseen las características de que no poseen el 100 % de amparo económico estatal, por lo que ellas tienen la finalidad de autofinanciarse en la mayoría de los aspectos económicos que a ellas se refieran.

Para el análisis se cuenta con una Base de Datos que contiene todos los perfiles de los factores y sus respectivas características relacionadas con el análisis realizado a través de la técnica de PESTEL. Estos perfiles son mostrados por un vector de la forma que se muestra en la expresión 10.

$$A = \{a1, a2, a3, a4, a5, a6\} \tag{10}$$

Dónde:

a1 se corresponde con el factor político, a2 se corresponde con el factor económico, a3 se corresponde con el factor social, a4 se corresponde con el factor tecnológico y a5 con el factor ecológico y a6 con el factor legal. El vector que describe los perfiles de los factores PESTEL y sus respectivas características relacionadas con el análisis realizado, para nuestro caso de estudio, es descrito por el conjunto de atributos neutrosóficos, que se representa en la expresión 11.

$$C = \{c1, c2, c3, c4 , c5, c6\} \tag{11}$$

Dichos atributos neutrosóficos se corresponden con las características necesarias atender, para apoyar la toma de decisiones en la gestión empresarial, de las empresas cubanas con tratamiento especializado. En la figura 4 se muestra de forma detallada las características resultantes de los perfiles de cada factor PESTEL para nuestro caso de estudio.

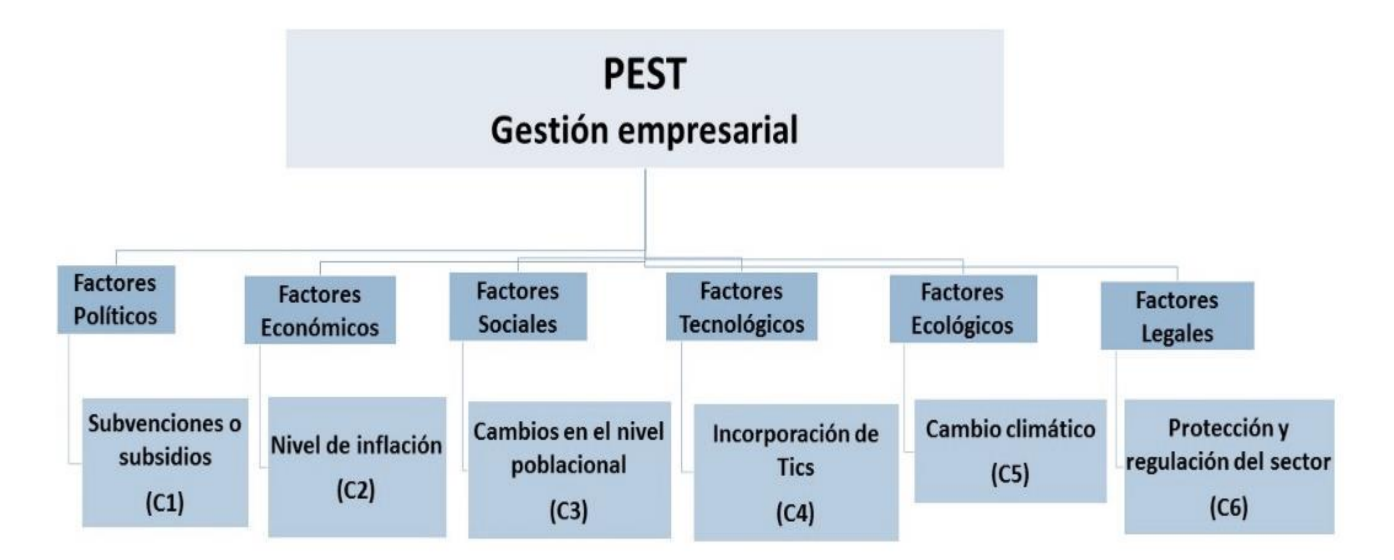


Figura 4. Característica atender relacionadas con los factores PESTEL para una gestión empresarial. **Fuente:** Elaboración propia.

Los atributos neutrosóficos correspondiente a cada característica de cada factor PESTEL, se valorarán en la escala lingüística que se muestra en la tabla 1. Estas valoraciones se almacenan en la Base de Datos previamente creada.



Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena (EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena(B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media(M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

Tabla 1: Términos lingüísticos a emplear [44].

Para recibir recomendaciones sobre los factores PESTEL atender en empresas como la de nuestro caso de estudio, para apoyar la toma de decisiones, se tomará la información que se tiene almacenada en la Base de Datos, denotándose a través del vector que se muestra en la expresión 12.

$$Pe = \{MDB, MB, MMB, MB, MB, B\} \quad (12)$$

- Para nuestro caso de estudio se obtiene que el factor político presenta características que lo hacen medianamente bueno para el logro de una gestión empresarial adecuada, en el marco de las características de las empresas con tratamiento especializado en Cuba.
- Por otra parte, se obtiene que el factor PESTEL relacionado con lo económico, obtiene un resultado, de acuerdo a la característica que lo identifica de muy bueno.
- El factor social PESTEL, obtiene un resultado muy muy bueno ya que existen cambios continuos en el nivel poblacional.
- El factor tecnológico PESTEL, con la incorporación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), contribuye a que las empresas obtengan resultados muy buenos.
- El factor ecológico PESTEL obtiene resultados buenos, no obstante, en este factor se hace necesario atender lo referido al cambio climático, para atenuar las deficiencias existentes sobre la temática a nivel de país y a nivel empresarial.
- Lo relativo al factor legal PESTEL, para una gestión organizacional en las empresas con las características previamente referidas, posee resultado muy muy bueno, dado por la protección y regulación que existe en el sector empresarial en Cuba.

Obtenidos los factores PESTEL, con las características distintivas para apoyar la toma de decisiones en aras de una gestión empresarial eficiente, se realiza el cálculo de la similitud entre el perfil de los factores analizados con PESTEL y las características correspondientes a cada factor que se almacenaron previamente en la Base de Datos. El resultado se muestra en la tabla 2.

$\boldsymbol{a1}$	$\boldsymbol{a2}$	$\boldsymbol{a3}$	$\boldsymbol{a4}$	$\boldsymbol{a}5$	$\boldsymbol{a}6$
0.43	0.80	0.41	0.83	0.75	0.33

Tabla 2. Similitud entre los factores PESTEL y las características relacionadas con los factores. **Fuente**: Elaboración propia.

En la fase de recomendación, se recomienda las características correspondientes a cada factor PESTEL que se encuentre más se cercanos al perfil de los factores. En el caso de que se haga una recomendación de los factores PESTEL analizados, se recomienda los factores más cercanos. Un ordenamiento de los factores PESTEL basado en esta comparación sería el resultado que se muestra a través de la expresión 13.

$$\{a4, a2, a5, a1, a3, a6\} \tag{13}$$

En caso de que se recomiende los factores más cercanos dadas sus características, para una adecuada gestión empresarial, estas recomendaciones serían: $a4$, $a2$. Los cuales representan los factores tecnológicos del análisis con PESTEL y los factores económicos con el análisis de PESTEL, respectivamente.

Conclusiones

En el presente trabajo se desarrolló la ampliación de la técnica de PESTEL al entorno neutrosófico la cual constituye una propuesta útil para el apoyo a la toma de decisiones en la gestión empresarial. Se explicaron las actividades fundamentales que componen el PESTEL neutrosófico.

Se desarrolló un estudio de caso haciendo uso del PETEL neutrosófico desarrollado teniendo en cuanta las actividades fundamentales que esta técnica requiere, con el propósito de apoyar la toma de decisiones en la gestión empresarial, en particular para demostrar el campo de aplicación de la propuesta se escogieron los principales factores que inciden en el tratamiento especializado de las empresas estatales cubanas, empresas que son afectadas por factores económicos, políticos, sociales y tecnológicos, cuyos factores fueron analizados a través de PESTEL neutrosófico.

Por otra parte, se realiza un estudio de los modelos de recomendación para establecer los principales problemas encontrados en el proceso de evaluación de análisis de PESTEL neutrosófico, para apoyar la toma de decisiones en el sector empresarial, considerando las interdependencias entre factores y sub factores, los que fueron utilizaron para el tratamiento de la incertidumbre. La estructura integrada de PESTEL neutrosófico en el presente estudio se basó en un modelo de recomendación.

Referencias

[1]. Martín, J., Estudia tu entorno con un PEST-EL, (2017). *Cerem International Business School.*
[2]. Zapata, G. J., Sigala, L.E., Canet, M.T, Características de diseño organizativo: Un estudio en las medianas empresas del estado Lara, Venezuela, (2016). *Documento no publicado*.
[3]. Smarandache, F., Neutrosophy, a new Branch of Philosophy. (2002): *Infinite Study*.
[4]. Leiva, J.L., et al., Realidad aumentada y sistemas de recomendación grupales: Una nueva perspectiva en sistemas de destinos turísticos. *Estudios y perspectivas en turismo*, (2014). 23(1): p. 40-59.
[5]. Biswas, P., Pramanik, S., Giri, B.C., TOPSIS method for multi-attribute group decision-making under single-valued neutrosophic environment. *Neural computing and Applications*, (2016). 27(3): p. 727-737.
[6]. Mata, F., Modelos para Sistemas de Apoyo al Consenso en Problemas de Toma de Decisión en Grupo definidos en Contextos Lingüisticos Multigranulares. 2006, *Doctoral Thesis*.
[7]. Barberis, G.F, Ródenas, M.C.E., La Ayuda a la Decisión Multicriterio: orígenes, evolución y situación actual, in *VI Congreso Internacional de Historia de la Estadística y de la Probabilidad.* (2011): Valencia.
[8]. Herrera, F., et al., Computing with words in decisionmaking: foundations, trends and prospects. (2009), *Springer*. p. 337-364.
[9]. Dietmar Jannach, Tutorial: Recommender Systems, *in International Joint Conference on Artificial Intelligence Beijing*, August 4, (2013). 2013.
[10]. Freire, J.B., et al., Modelo de recomendación de productos basado en computación con palabras y operadores OWA [Aproduct recommendation model based on computing withword and OWA operators]. *International Journal ofInnovation and Applied Studies*, (2016). 16(1): p. 78.
[11]. Cordón, L.G.P., Modelos de recomendación con falta de información. *Aplicaciones al sector turístico*. (2008), Universidad de Jaén.
[12]. Herrera, F. L., Martínez, A., 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words. *Fuzzy Systems, IEEE Transactions on*, (2000). 8(6): p. 746-752.

[13]. Arroyave, M.R.M., A.F. Estrada, and R.C. González, Modelo de recomendación para la orientación vocacional basado en la computación con palabras [Recommendation models for vocational orientation based on computing withwords]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, (2016). 15(1): p. 80.
[14]. Şahin, R. and Yiğider, M., *A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection. arXiv preprint arXiv*, (2014). 1412.5077.
[15]. Ye, J., Single-valued neutrosophic minimum spanning treeand its clustering method. *Journal of intelligent Systems*, (2014). 23(3): p. 311-324.
[16]. Pérez-Teruel, K., M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, Mental models consensus process using fuzzy cognitive maps and computing with words. *Ingeniería y Universidad*, (2015). 19(1): p. 173-188.
[17]. Vázquez, M.Y.L., et al., Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico. *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development*, (2013). 17(2): p. 375-390.
[18]. Pérez-Teruel, K., Leyva-Vázquez, M., Estrada-Sentí, V., Mental Models Consensus Process Using Fuzzy Cognitive Maps and Computing with Words. *Ingenieria y Universidad*, (2015). 19(1): p. 7-22.

NCML

Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 5, 2019

University of New Mexico



Uso de la neutrosofía para el análisis de las políticas públicas en el sector salud y niveles de pobreza en Ecuador

Phd. Carmen León Segura[1]
McS. Ismel Bravo Placeres[2]

[1]**Profesora de Economía política Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales y Políticas de la Universidad de Guayaquil,** Correo: cleonsegura@gmail.com.
[2] **Profesor de la facultad de Economía de la Universidad de Guayaquil**

Resumen. El impacto social de la pobreza a medio y largo plazo, que se observa el desarrollo adecuado de políticas públicas encaminadas a disminuir los niveles de pobreza, parece hoy una condición necesaria para el aseguramiento de niveles futuros suficientes de bienestar social. Tal objetivo está íntimamente ligado a que en el diseño de políticas públicas nacionales se considere prioritario la reducción de los niveles de pobreza de la población.
Por tal motivo el objetivo del presente trabajo es evaluar el impacto sobre los niveles de pobreza de las políticas públicas en el sector salud, utilizando la lógica neutrósofica, de manera que los resultados de esta evaluación puedan servir de guía para articular propuestas de mejorar la eficacia y eficiencia de las mismas.

Palabras claves: Lógica neutrosófoica, política pública, pobreza, inversión pública, gasto público.

1 Introducción

Se afirma que la pobreza extrema ha disminuido en el mundo, sin embargo 27 millones de latinoamericanos van a la cama sin nada que comer. Si bien es cierto que desde el año 2012 se han logrado avances en la reducción de la pobreza, esta reducción ha sido mucho más lenta debido a la ralentización económica mundial. El Banco Mundial ha identificado varias estrategias de alto impacto orientadas a disminuir el elevado nivel de desigualdad y los altos niveles de pobreza en el mundo.

La estrategia No. 3 señala la necesidad de lograr cobertura universal de salud, encaminada a lograr cobertura de servicios asequibles y oportuna de atención a la salud como forma de reducir la pobreza y al mismo tiempo "aumentar la capacidad de las personas para aprender, trabajar y progresar". Dado el impacto social de la pobreza a medio y largo plazo, el desarrollo adecuado de políticas públicas encaminadas a disminuir los niveles de pobreza, parece hoy una condición necesaria para el aseguramiento de niveles futuros suficientes de bienestar social. Tal objetivo está íntimamente ligado a que en el diseño de políticas públicas nacionales se considere prioritario la reducción de los niveles de pobreza de la población.

Este trabajo tienen como objetivo evaluar el impacto sobre los niveles de pobreza de las políticas públicas en el sector salud, de manera que los resultados de esta evaluación puedan servir de guía para articular propuestas de mejora de la eficacia y eficiencia de las mismas.

Para abordar este objetivo hemos realizado una breve revisión bibliográfica para enmarcar los fundamentos teóricos de la problemática analizada: políticas públicas y su incidencia en los niveles de pobreza. Se exponen los montos de la inversión pública y el gasto público, los niveles de pobreza y por último se analiza el impacto de esta política pública en la disminución de la pobreza en Ecuador en el periodo 2013-2017.

El siguiente trabajo de investigación mantendrá un enfoque cuantitativo, el mismo que se refiere al estudio y análisis de variables y datos numéricos, a partir de la información publicada por el Banco Central del Ecuador, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos y el Ministerio de Finanzas.

En cuanto al tipo de investigación, este será de tipo documental para el estudio de las fuentes secundarias y correlacional, que permitirá el análisis de la correlación entre las variables: inversión pública en salud, la cual consideraremos como variable independiente y los niveles de pobreza como variable dependiente.

El estudio se soporta en la utilización de un diseño no experimental y longitudinal, debido a que se realizará un análisis de las variables y covariables en su entorno natural, sin tener injerencia sobre el comportamiento de estas; además, se plantea la necesidad de contemplar la evolución de dichos indicadores durante un periodo 2013-2017 en Ecuador.

Para responder al alcance correlacional de la investigación, se realizó un análisis de regresión lineal, obtenido mediante un gráfico de dispersión que consideraba un periodo de 10 años, repartidos entre 2008-2017, al respecto de la variable de inversión pública en salud y el Índice de Pobreza Multidimensional, lo que permitirá conocer en qué grado la variación de los montos de inversión destinados a este sector inciden en la mejoría o empeoramiento de la incidencia de la pobreza en el Ecuador.

1.1. Políticas Públicas e Inversión Pública

El término Políticas Públicas está asociado a la intervención del Estado en la elaboración de medidas que tributen a solventar dificultades sociales. En la actualidad, resulta de vital importancia implementar políticas que contribuyan a mejorar la calidad de vida de la población y a fomentar el desarrollo de la localidad donde se apliquen.

El término Políticas Públicas tiene un carácter polisémico, pero desde la perspectiva de las Ciencias Sociales, se refiere a un conjunto de acciones para la resolución de problemas concretos. Este criterio se fundamenta al expresar que el término se suele emplear dentro de un campo de actividad como medio para alcanzar determinados fines por parte de las autoridades públicas. Su uso, por tanto, está asociado a la intervención del Estado en la elaboración de medidas que tributen a solventar dificultades sociales. Así, "Toda acción pública persigue incidir en la sociedad al intervenir sobre aquellas necesidades y problemas que hayan sido detectados con el objetivo de generar un impacto o cambio positivo en esa realidad.

Para ello se concretan y articulan objetivos a los que debe darse respuesta a través de la puesta en marcha de una serie de instrumentos". Otro elemento común en las conceptualizaciones radica en que las políticas deben tributar a objetivos y metas que beneficien a la población o a segmentos de ella, lo cual evidencia el protagonismo de los ciudadanos no importa cuál sea la intención inicial del gobierno

Teniendo en cuenta el análisis anterior, se definen a las Políticas Públicas como programas diseñados por autoridades públicas (Estado, Gobiernos locales, Organismos Públicos, etc.) que contribuyan a elevar el bienestar social de los ciudadanos en localidades, regiones y naciones.

1.2. La inversión pública

Se entiende por Inversión Pública toda erogación de recursos de origen público destinado a crear, incrementar, mejorar o reponer las existencias de capital físico de dominio público y/o de capital humano, con el objeto de ampliar la capacidad del país para la prestación de servicios y/o producción de bienes.

La provisión de servicios públicos, como educación, salud o seguridad, se compone como un medidor de la eficiencia del Estado, la misma que se traduce como el objetivo de un gobierno que promulgue el desarrollo de la sociedad como parte de los ejes de política económica.

Lo anterior revela, la importancia de la inversión pública que puede generar un efecto estabilizador en la economía, buscando garantizar el cumplimiento de derechos en la sociedad, y asegurando la eficiencia de la dotación de bienes y servicios por parte del Estado.

En el Ecuador, la inversión pública se encuentra enmarcada en el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas, el mismo que establece que el Gobierno central es responsable de la planificación nacional, para lo cual dispone de la organización institucional y territorial de la función ejecutiva. Con base en esto, el presidente Lenin Moreno, en el 2017, estableció la creación de los Consejos Sectoriales, que son: "instancias de obligatoria convocatoria institucional, destinados a la revisión, articulación, coordinación, armonización y aprobación de la política".

El Consejo Sectorial de lo Social incluye: Ministerio del Deporte; Ministerio de Educación; Ministerio de Inclusión Económica y Social; Ministerio de Salud Pública; Ministerio del Trabajo; y, la Secretaría Técnica del Plan Toda Una Vida. Considerando la asignación presupuestaria para este conjunto, en las proformas diseñadas por el Ministerio de Finanzas.

1.3. Pobreza: conceptualización y métrica

La pobreza es el resultado de procesos complejos y extendidos en el tiempo, que son difíciles de apreciar a simple vista y que requieren investigación sostenida para lograr su comprensión [1]. En el ensayo escrito en 1849, "Trabajo asalariado y capital", Carlos Marx llamo la atención sobre el carácter relativo de la pobreza y el bienestar, al señalar que:

"Una casa puede ser grande o pequeña; en tanto las casas circundantes sean igualmente pequeñas, satisface todas las demandas sociales de una vivienda. Pero si surge un palacio al lado de la casita, la casita se reduce a una choza [...] Nuestras necesidades y placeres surgen de la sociedad; los medimos, por lo tanto, por la sociedad y no por los objetos de su satisfacción. Debido a que son de carácter social, son de naturaleza relativa".

La Organización de Naciones Unidas (1995) definió a la pobreza como "la condición caracterizada por una privación severa de necesidades humanas básicas incluyendo alimentos, agua potable, instalaciones sanitarias, salud, vivienda, educación e información. Para [2] la pobreza depende no sólo de ingresos monetarios sino también del acceso a servicios y otros accesos de carcater social necesarios para la vida de los individuos.

Según el Banco Mundial (1990) la pobreza se define como la incapacidad para alcanzar un nivel de vida mínimo medido en términos de necesidades básicas o del ingreso (consumo) requerido para satisfacerlas. Las definiciones más frecuentemente utilizadas en la literatura científica y que sirven de sustentación para la elaboración de diferente sistemas de medición tienen en su mayoría como fundamento el paradigma neoclásico que asume como bienestar la satisfacción de necesidades ilimitadas frente a la disponibilidad de recursos escasos , consecuentemente la pobreza es considerada en función de los recursos que la persona posee , y su medición se realiza a partir de la correlación del ingreso con el consumo , teniendo su correlato en el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita [3].

Prolifera ha sido la critica que ha encontrado esta forma de medición de la pobreza, considerando las insuficiencias del PIB, las inconsistencias teóricas e ideológicas del modelo neoclásico y la llamada paradoja de Sterlintz. Otra perspectiva teórica la encontramos en la obra del Premio Nobel 1998 Amarthya Sen con su análisis de la pobreza asociado al desarrollo de las capacidades, así como su concepción de bienestar [4].

Un desarrollo posterior asociado al bienestar, es el referido por [3], donde señalan que el problema radica en medir el bienestar de la población más que en la producción económica y que es consecuente que dichas mediciones del bienestar se restituyan en un contexto de sustentabilidad.

Significativo ha sido el aporte relativo a la medición de la pobreza y la metodología utilizada a partir de las encuestas a hogares. El escocés ganador del Premio nobel en Economía en 1996 a través del análisis de encuestas al hogar logro vincular las opciones individuales a los resultados agregados, su investigación ha ayudado a transformar los campos de la microeconomía, macroeconomía, y economía del desarrollo. Mientras que tradicionalmente se han analizado los datos agregados de consumo, el profesor de Princeton propone el estudio del consumo individual de las familias cómo indicador del nivel de desarrollo económico de un país, vinculando tres variables: consumo, pobreza y bienestar. En este sentido se ha pronunciado en varias ocasiones sobre los efectos de las principales medidas de política fiscal tomadas durante la crisis económica en el bienestar de los diferentes grupos sociales [4].

El trabajo por el cual se honró al profesor Deaton con el Nobel gira en torno a tres interrogantes:

1 ¿Cómo distribuyen los consumidores sus gastos entre diferentes bienes?
2 ¿Cuánto de los ingresos de la sociedad se gasta y cuánto se ahorra?
3 ¿Cuál es la mejor forma de medir y analizar el bienestar y la pobreza?

Internacionalmente se utilizan algunos conceptos para medir la situación de pobreza: pobreza absoluta cuando ciertos estándares mínimos de vida, tales como nutrición, salud y vivienda, no pueden ser alcanzados[1]. En el caso de Ecuador se consideran también estos aspectos de la pobreza para su medición.

La pobreza absoluta se define como la situación en la cual una persona o un hogar es pobre dada su propia situación de insatisfacción de un conjunto de necesidades y oportunidades, o de la carencia de un nivel de ingreso o gasto mínimo que le asegure la satisfacción de esas necesidades. De esta manera la medición es independientemente de la situación relativa del hogar frente a otros hogares en la sociedad [4].

La pobreza absoluta es la cuantificable, la que en base a parámetros se puede estimar. En esta se engloban los métodos conocidos como línea de pobreza y la pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas. Agrupados en los métodos directos e indirectos de medición.

Por su parte, la pobreza relativa se refiere a la situación en que:Una persona es pobre cuando se encuentra en una situación de clara desventaja, económica y social, en relación al resto de personas de su entorno. Lo que determina como pobre a un individuo es entonces su posición relativa dentro de la distribución, por ejemplo, si se encuentra en el quintil de ingresos más bajo, o si su ingreso se encuentra por debajo de un porcentaje del ingreso mediano [4].

De forma que, la pobreza relativa se refiere a la comparación que se hace de la condición de un individuo frente al resto de la población.

En América Latina se han utilizado tradicionalmente dos formas de medición de la pobreza: el de las necesidades básicas insatisfechas, y el del ingreso o líneas de pobreza [4].

La línea de la pobreza se refiere al límite matemático que determina si una persona es pobre o no, reflejada en un valor monetario, calculado a partir de la evolución de precios en una economía.

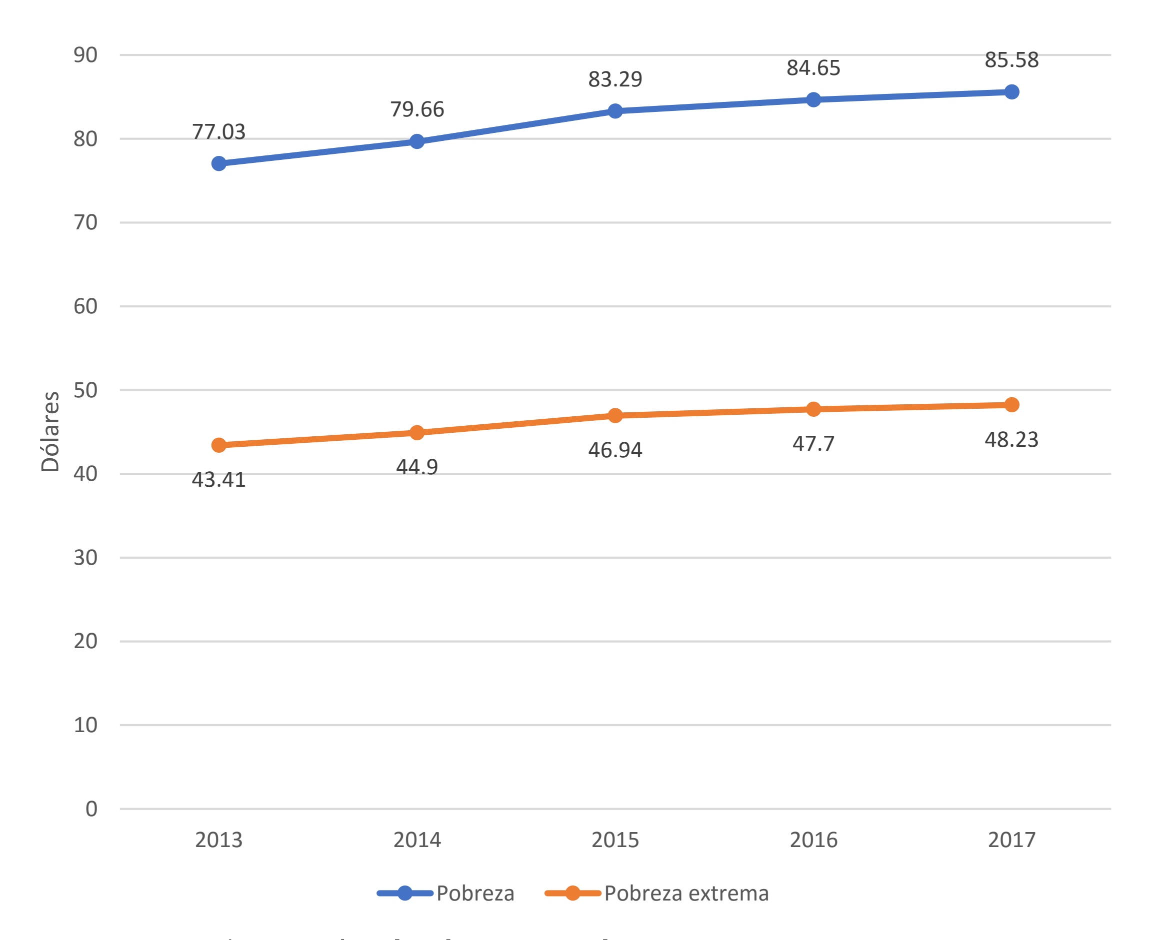


Figura 1. Línea de pobreza en Ecuador 2013-2017**. Fuente:** INEC.

La línea de pobreza pasó de US$ 77,03 en el 2013 a US$ 85,58 en el 2016, registrando una variación de 11 puntos porcentuales en apenas 5 años. Por su parte, la línea de pobreza extrema pasó de US$ 43,41 a US$ 48,23 durante el mismo periodo, denotando un crecimiento relativo similar al de su contraparte.

Tal como se observa, para que una persona, en Ecuador, sea considerada como pobre debe percibir mensualmente un ingreso menor a los US$ 85,58 equivalente a alrededor de US$ 2,85 diarios. Mientras que, si un individuo no supera un ingreso de US$ 1,61 al día, en promedio, será catalogado como pobre extremo.

AÑOS	Quito		Guayaquil		Cuenca		Machala		Ambato	
	Pobreza	**Pobreza extrema**	**Pobreza**	**Pobreza extrema**	**Pobreza**	**Pobreza extrema**	**Pobreza**	**Pobreza extrema**	**Pobreza**	**Pobreza extrema**
2014	7,5%	1,6%	12,7%	1,5%	7,8%	2,3%	11,9%	3,1%	7,3%	2,5%
2015	8,7%	2,7%	11,7%	1,3%	4,5%	0,8%	9,6%	2,4%	8,0%	1,7%
2016	10,2%	3,5%	12,5%	2,4%	7,5%	1,5%	11,6%	2,5%	12,3%	4,7%
2017	7,3%	23,0%	9,6%	1,3%	4,0%	0,9%	13,6%	2,7%	11,3%	3,6%

Tabla 1: Pobreza en las principales ciudades del Ecuador. **Fuente**: INEC

AÑOS	POBREZA POR NBI		
	NACIONAL	URBANO	RURAL
2014	35,4%	24,8%	57,8%
2015	32,9%	22,0%	55,8%
2016	32,0%	22,3%	52,6%
2017	31,8%	20,5%	56,1%

Tabla 2: Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas en Ecuador. **Fuente**: INEC.

La pobreza medida por el método de las Necesidades Básicas Insatisfechas ha disminuido en 3.6 %, siendo esta disminución mayor en las zonas urbanas que en las rurales, donde su incidencia es superior al 50%.

Los mayores niveles de pobreza y pobreza extrema se encuentran en las grandes ciudades del país, situándose por orden descendente con mayores niveles: Quito, Machala, Ambato, Guayaquil y Cuenca

De acuerdo al PNUD (2016) el Índice de Pobreza Multidimensional mide el conjunto de carencias de los hogares considerando tres dimensiones (salud, educación, nivel de vida y trabajo y seguridad social). En la tabla 3 se muestra el comportamiento de dichos indicadores en Ecuador. Ellos reflejan la proporción de personas pobres y el número promedio de carencias que cada persona pobre sufre al mismo tiempo. El Índice de Pobreza Multidimensional se configura como un instrumento que difiere con los clásicos métodos de medición de la pobreza, debido a que contempla el análisis de varias dimensiones que interceden directamente sobre la calidad de vida de la persona, por lo que, al considerar el incumplimiento de al menos uno de los indicadores señalados, los individuos o el hogar será determinado como pobre multidimensional.

Dimensión	Indicadores	Ponderación
Educación	Inasistencia de educación básica y bachillerato. Falta de acceso a la educación superior por razones económicas. Logro educativo incompleto. Menos de diez años de escolaridad.	1/3
Salud, agua y alimentación	Privación de acceso a agua. Recursos suficientes para un mínimo nivel de alimentación. Pobreza extrema por ingresos	1/3
Hábitat, vivienda y ambiente sano	Hacinamiento, déficit habitacional, falta de acceso a servicios de recogida de basura sin saneamiento de excretas	1/3
Trabajo y seguridad social	No contribución al sistema de pensiones, Empleo infantil y adolescente. Desempleo inadecuado, Subempleo	1/3

Tabla 3: IPM en Ecuador: dimensiones e indicadores**. Fuente**: Elaboración propia, a partir del INEC

El esclarecimiento de cómo se define la pobreza es extremadamente importante puesto que diferentes definiciones de pobreza implican el uso de indicadores diferentes para su medición, pueden conducir a la identificación de diferentes individuos y grupos como pobres y requerir diferentes propuestas de política para la reducción de la pobreza [3].

1.4. Marco legal

La constitución del Ecuador y el Plan Nacional del Buen Vivir delinearon el marco normativo, la estrategia de desarrollo y los objetivos a alcanzar para disminuir los niveles de pobreza en el Ecuador.

En la Constitución del Ecuador en su artículo se establece que constituye un deber del Estado: “Planificar el desarrollo nacional, erradicar la pobreza, promover el desarrollo sustentable y la redistribución equitativa de los recursos y la riqueza, para acceder al buen vivir”. (Asamblea Constituyente, 2008) . Los artículos 26, 30, 32, 33,50 y 56 también incluyen aspectos referidos al problema de la pobreza.

El Plan Nacional del Buen Vivir asume que el buen vivir es la forma de vida que permite “la felicidad y la permanencia de la diversidad cultural y ambiental; es armonía, igualdad, equidad y solidaridad. No es buscar la opulencia ni el crecimiento económico infinito”[3]. Los objetivos 2, 3, 4, y 9 también trazan las directrices para la elaboración de políticas públicas encaminadas a combatir la pobreza.

En lo que respecta al sector salud, el artículo 32 de la Carta Magna, se establece que el Estado será el responsable de garantizar el derecho a la salud para la población, mediante la conformación y aplicación de políticas económicas, sociales, culturales y ambientales, favoreciendo el acceso permanente a los servicios de salud públicos. De igual forma, el artículo 362 destaca el principio de universalidad y gratuidad para estos servicios, como: diagnostico, medicamentos, tratamientos y rehabilitación. Favoreciendo a aquellos individuos que carecen de los recursos económicos para acceder al sistema de salud privado.

Otra normativa enmarcada en la temática de estudio presentada, es el Reglamento a la Ley de Presupuestos del Sector Público. El mismo que regula en materia de: “programación, formulación, aprobación, ejecución, control, evaluación y liquidación de los presupuestos de las entidades y organismos” (Decreto 529, 1993). En este documento se establecen

todos los lineamientos y procedimientos detrás de la utilización de los recursos fiscales, entre ellos aquellos relacionados a la inversión. De acuerdo con su artículo 28, las inversiones públicas se realizarán en base a los conceptos que se muestran en la tabla 4.

Motivaciones de la inversión pública
a) Infraestructura indispensable para sustentar o ampliar las actividades productivas
b) Reposición o reemplazo de bienes de capital
c) Reparaciones mayores de obras de infraestructura
d) Cobertura del costo de los equipos, maquinarias, y demás.
e) Proyectos de infraestructura en salud, alimentación, educación, y demás.
f) Cobertura de costos de reducción del personal por despidos, supresión de vacantes, y otros
g) Infraestructura y desarrollo tecnológico, consultoría, normalización, metrología, y demás
h) Proyectos de apoyo a la producción.
i) Costos de la mano de obra que se incorpora a las inversiones físicas
j) Inversiones financieras (preservación de capital, adquisición de activos rentables, acciones)
k) Proyecto con orientación social

Tabla 4. Fundamentos de la inversión pública en Ecuador. **Fuente**: Adaptado del Reglamento de Ley de Presupuestos, 2018.

En el gobierno de Lenin Moreno se elaboró el Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021 "Toda una Vida" el cual tiene como objetivo garantizar el acceso "1. Los derechos constitucionales; 2. Los objetivos del régimen de desarrollo y disposiciones del régimen de desarrollo (a través de la implementación de políticas públicas); 3. Los programas, proyectos e intervenciones que de allí se desprenden." (Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo de América Latina y El Caribe).

Este plan se divide en tres ejes y nueve objetivos en donde el primer eje denominado Derechos para todos durante toda la vida el cual "posiciona al ser humano como sujeto de derechos a lo largo de todo el ciclo de vida, y promueve la implementación del Régimen del Buen Vivir, establecido en la Constitución de Montecristi (2008)" (SENPLADES, 2017, pág. 48).

En el eje ya mencionado se encuentra el primer objetivo llamado Garantizar una vida digna con iguales oportunidades para todas las personas el cual busca "construir una sociedad que respeta, protege y ejerce sus derechos en todas las dimensiones, para, en consecuencia, erigir un sistema socialmente justo y asegurar una vida digna de manera que las personas, independientemente del grupo o la clase social a la que pertenezcan, logren satisfacer sus necesidades básicas, tales como: la posibilidad de dormir bajo techo y alimentarse todos los días, acceder al sistema educativo, de salud, seguridad, empleo, entre otras cuestiones consideradas imprescindibles para que un ser humano pueda subsistir y desarrollarse física y psicológicamente, en autonomía, igualdad y libertad [2].

2. Impacto de la inversión pública en los niveles de pobreza del Ecuador

2.1. Inversión pública como parte del gasto público

La inversión pública ha formado parte de cada uno de los Planes de Desarrollo del país, los mismos que ubican a la concepción del buen vivir como fundamento conceptual y estratégico y han tenido en la política fiscal y el gasto público orientado a los sectores sociales sus principales ejes de crecimiento económico y desarrollo del Ecuador. La inversión pública es la base fundamental y la generador de empleo en el Ecuador la canalización de los recursos que el estado designa anualmente en la programación que realiza permite que miles de ecuatorianos tengan un empleo con mejores ingresos y de

la misma forma aumente el consumo. Un aumento sostenible de la inversión pública implicaría un incremento en la formación de capital productivo, facilitando la generación de empleos adecuada dos y pudiera dinamizar el consumo y generar un círculo virtuoso de crecimiento y desarrollo del país. (Márquez Sánchez , Carriel Fuentes, & Salazar Cantuñi, 2017). En la tabla 4 se muestra una relación entre los gastos y la inversión pública en Ecuador.

Años	Gasto			Inversión pública			PIB	
	Monto	Variación anual	Partic. Frente al PIB	Monto	Variación anual	Partic. Frente al PIB	Monto	Variación anual
2013	41.607	17,6%	43,7%	8.105	34,6%	8,5%	95.130	8,19%
2014	44.346	6,6%	43,6%	7.581	-6,5%	7,5%	101.726	6,93%
2015	38.677	-12,8%	39,0%	5.581	-26,4%	5,6%	99.290	-2,39%
2016	37.628	-2,7%	38,2%	5.752	3,1%	5,8%	98.614	-0,68%
2017	38.080	1,2%	37,0%	4.706	-18,2%	4,6%	103.057	4,51%

Tabla 4: Relación del gasto y la inversión pública respecto al PIB en el periodo 2013-2017. Fuente: Banco Central del Ecuador

Los resultados arrojados en la tabla 4, muestarn que tanto el gasto como la inversión pública alcanzan momentos significativos en los años 2013 y 2014. La contracción que sufren ambos a partir del 2015 se relaciona con la difícil situación económica interna, factores de coyuntura externa asociados a la caída de los precios del barril de petróleo y la pérdida de competitividad de la economía nacional frente a los vecinos Perú y Colombia, y el sismo que afecto a las provincias de Manabí y Esmeraldas en abril del 2016. Los resultados se muestran en la figura 2.



Figura 2: Composición del gasto público en Ecuador. Fuente: Banco Central del Ecuador

El monto mayor del gasto público de dirige al pago de sueldos y salarios de los empleados del sector público, el cual duplica las prestaciones de seguridad social y excede en 1.717 millones de dólares a la formación bruta de capital.



2.2. Inversión pública en salud

La inversión pública en salud se ha configurado como un componente elemental en la lucha contra la pobreza, estos aspectos se muestran en la figura 3.

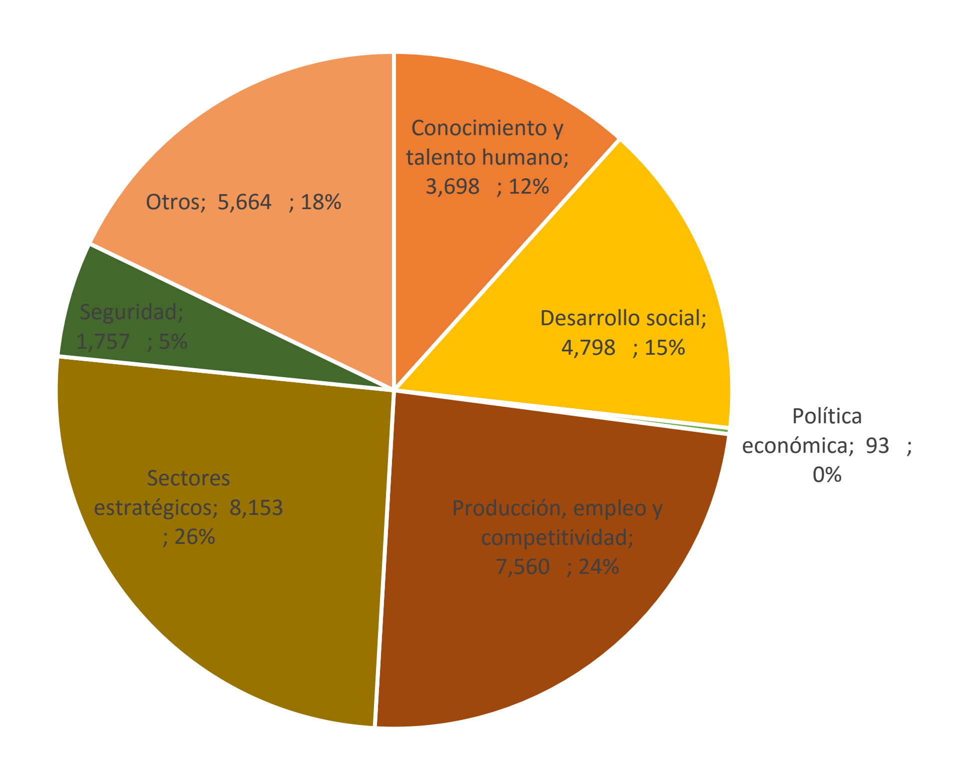


Figura 3: Composición del gasto público por sectores. Fuente: SENPLADES

Los sectores estratégicos recibieron el 26% del agregado total, en tanto al desarrollo social representados por el sector de salud y vivienda en el Ecuador, constituyo el tercer destino de mayor importancia para la inversión pública, pues durante este periodo mantuvo un nivel de US$ 4.798 millones, representando un 15% del acumulado total de este rubro.

2.3. Análisis de la incidencia de la inversión en salud y pobreza en el Ecuador

En el análisis de la inversión pública en salud en el Ecuador, se optó por considerar aquellas erogaciones destinadas a financiar programas y proyectos de inversión realizados a las instituciones y entidades del subsistema de salud nacional, representadas en gran parte por el MSP y las direcciones y coordinaciones que se desagregan de la Cartera de Estado.



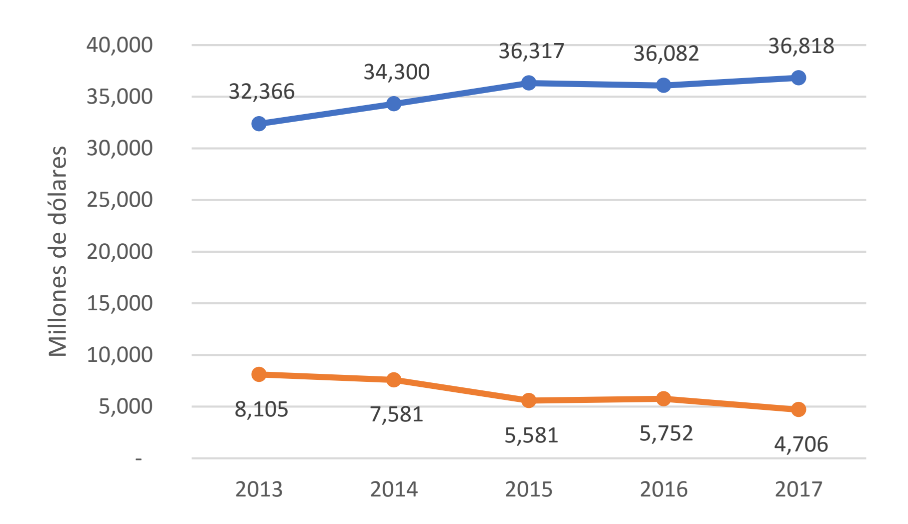


Figura 4: Evolución de la Inversión Pública y el Presupuesto General del Estado (2013-2017), en millones de dólares. **Fuente:** Ministerio de Finanzas del Ecuador.

Como ilustra la figura el comportamiento del presupuesto general del Estado ha tenido un carácter creciente, excepto en el 2016, por las razones arriba señaladas. En el 2017 se recupera esta tendencia, como resultado de la incipiente recuperación de la economía, lo cual contrasta con la participación en el mismo decreciente de la inversión pública.

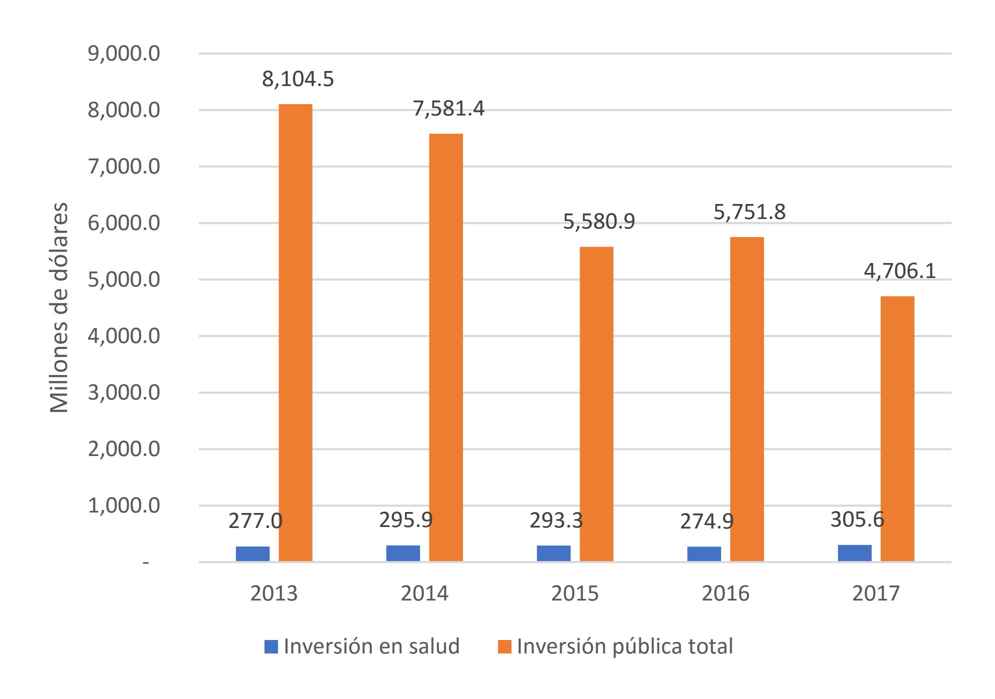


Figura 5. Inversión pública en Ecuador en el periodo 2013-2017. **Fuente**: SENPLADES



La inversión pública en salud ha tenido una participación decreciente en el monto agregado de la inversión pública total. En promedio, se puede denotar que el sector en cuestión percibe cerca de US$ 316,7 millones anuales para cubrir los costos que derivan de la implementación de diversos planes, programas y proyectos que permiten favorecer el desarrollo de la actividad de prestación de servicios públicos, así como mejorar la calidad y eficiencia en su acción.

Rubro de inversión	2013	2014	2015	2016	2017	Total 2013-2017	Partic. Prom. (%)
Gastos en personal para inversión	369.938	245.332	240.233	191.802	232.034	1.279.338	80,8%
Bienes y servicios para inversión	43.879	50.524	53.109	83.087	73.594	304.194	19,2%
Inversión total	413.817	295.856	293.342	274.889	305.628	1.583.533	100,0%

Tabla 2. Composición por rubro de gasto de la inversión pública en salud. Años 2013-2017**. Fuente**: SENPLADES

Como muestra la figura la inversión pública en salud ha tenido una participación decreciente en el monto agregado de la inversión pública total. En promedio, se puede denotar que el sector en cuestión percibe cerca de US$ 316,7 millones anuales para cubrir los costos que derivan de la implementación de diversos planes, programas y proyectos que permiten favorecer el desarrollo de la actividad de prestación de servicios públicos, así como mejorar la calidad y eficiencia en su acción.

Frente a este comportamiento de la inversión, y el gasto público, analizaremos el comportamiento de la pobreza en el país.

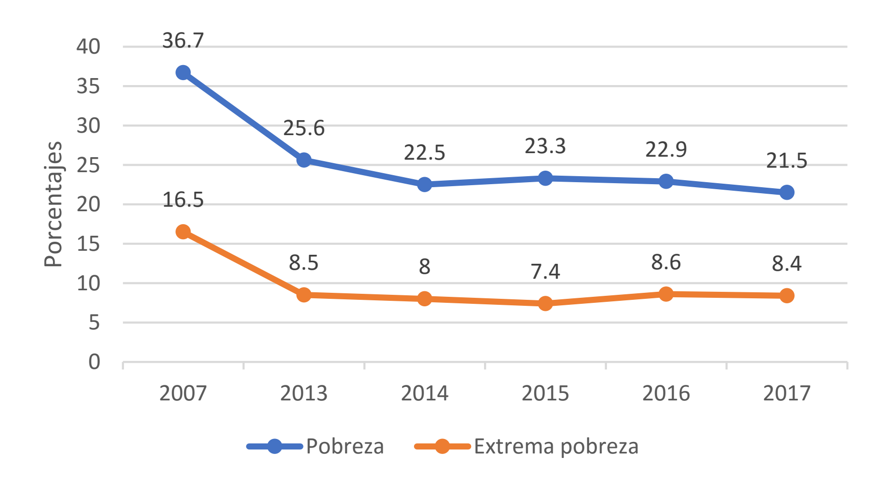


Figura 6: Incidencia de la pobreza en el Ecuador, 2013-2017**. Fuente:** INEC

El problema de la pobreza ha sido abordado en el país con un enfoque estructural, en el que el Estado tendría un papel vital en la erradicación de la misma, con la utilización de políticas públicas direccionadas a ese objetivo.

Como evidencia la figura arriba, los resultados alcanzados por el país son favorables. El año 2016 y 2017 arrojaron que la incidencia de la pobreza se situara en el 21,5% siendo el punto más bajo del período contemplado, afectando a 3.607.050 ecuatorianos, los que perciben menos de US$ 84,49 mensuales por concepto de ingresos. En comparación al 2007, se puede mencionar que al menos 1,61 millones de personas escaparon del umbral de la pobreza por ingresos en el Ecuador, durante estos 10 años.

Por su parte, el número de pobres extremos por ingresos se ubicó en un 8,4% para este último año, representando una cantidad de 1.409.266 individuos que se encontraban en condiciones precarias con un nivel de ingresos mensuales menor a los US$ 48,23 lo que señala la incapacidad para poder cumplir con los requerimientos elementales de alimentación, salud, vivienda y demás elementos que permiten garantizar un nivel de vida digno. En relación al 2007, se puede apreciar que en esta década la pobreza extrema pasó de 16,5% al 8,4%, correspondiente a una reducción de aproximadamente 936 mil personas pobres extremas. En relación a los logros estos son más significativos en las ciudades que en las zonas rurales.

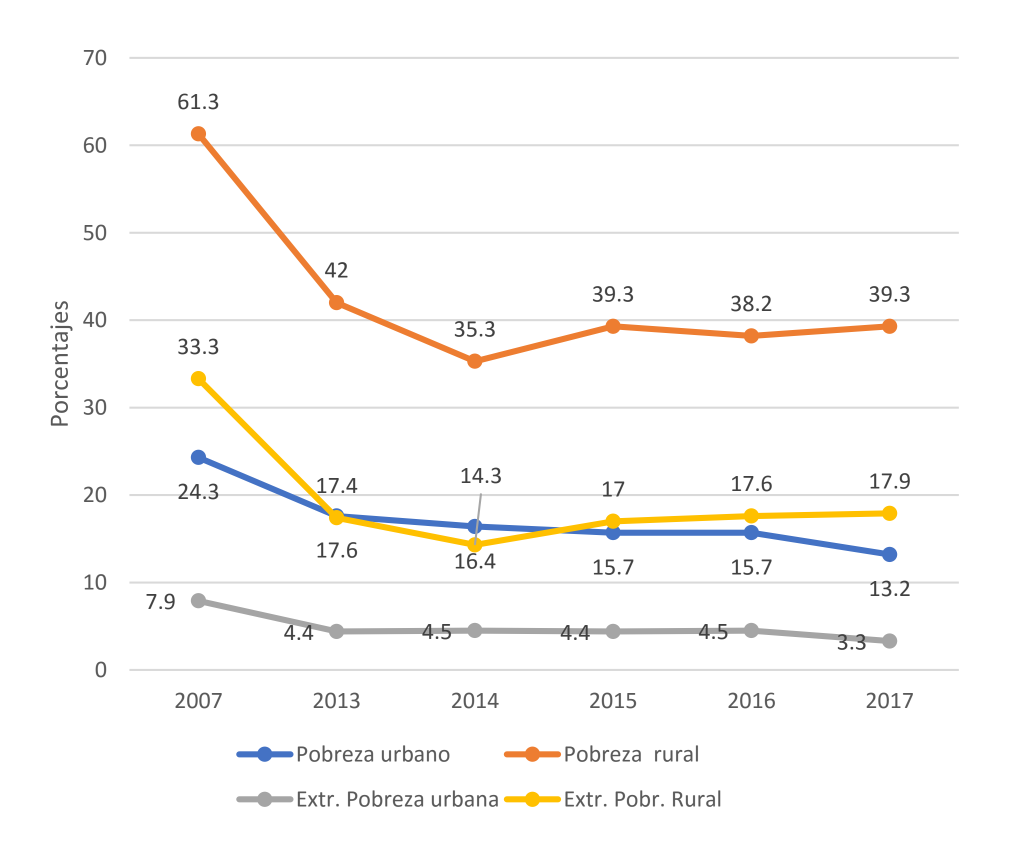


Figura 7: Evolución de la pobreza y pobreza extrema por ingresos en ciudades y áreas rurales, 2013-2017.

Fuente: INEC

La pobreza extrema urbana en estos años mantuvo una incidencia anual promedio del 4,22%, lo que significa que aproximadamente 460 mil ecuatorianos, que habitaban en las distintas ciudades del país, percibían menos de US$ 48,23 al mes, equivalente a una obtención de renta diaria menor a US$ 1,61, siendo el 2017 el año en que menor nivel de pobreza extrema se registró, con una tasa del 3,3%.

Por lo que se puede denotar que la condición de pobreza es hasta 2 veces más notoria en el campo que en la ciudad, resaltando el enfoque que el Estado debe mantener para tratar de reducir las desigualdades entre ambas zonas.

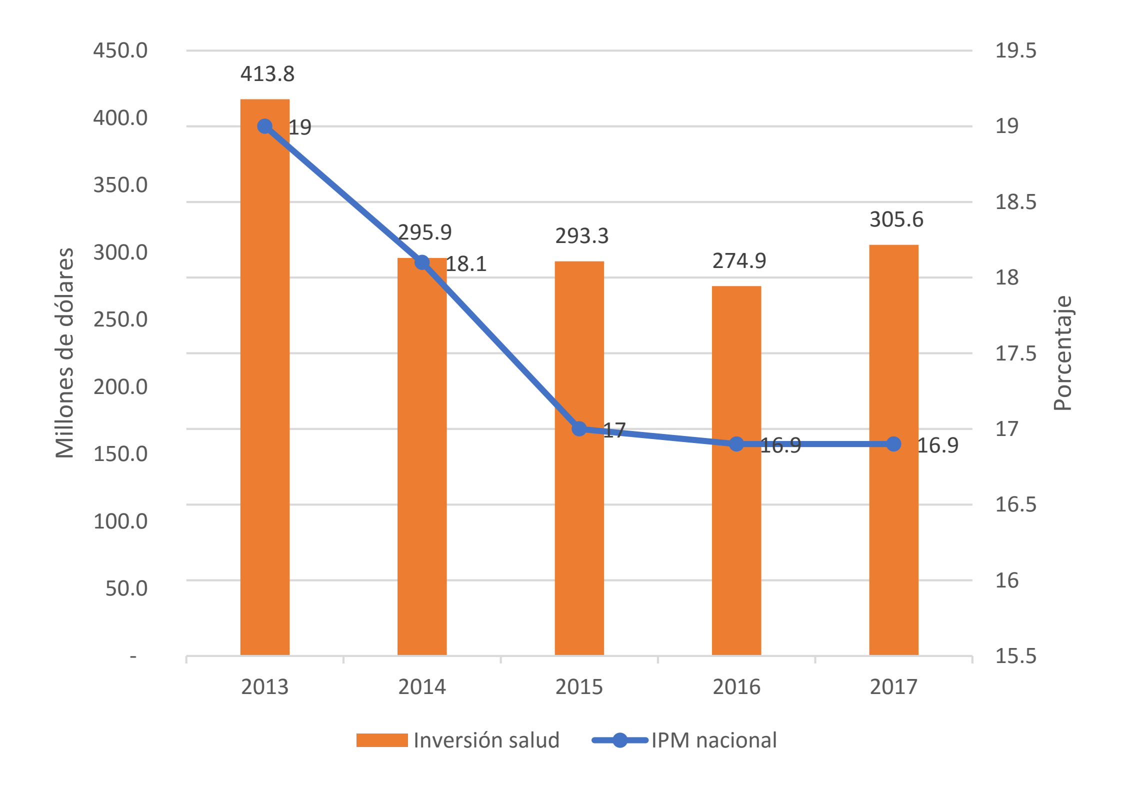


Figura 8: Relación entre la inversión pública en el sector salud y el IPM**. Fuente:** INEC

El comportamiento que ha mantenido la inversión pública en salud no muestra necesariamente una relación directa sobre los niveles de pobreza, puesto que la exposición de los datos no conlleva un mayor margen longitudinal, por lo que no es posible medir la relación que existe entre inversión pública y los niveles de pobreza sin incurrir en un análisis econométrico.

La relación entre ambas variables se muestra a través de la realización de un gráfico de dispersión que contempla las dos variables especificadas para este estudio, considerando una periodicidad desde el 2008 al 2017.

Año	Inversión salud X (millones de US$)	IPM nacional Y (porcentajes)
2008	174,6	28,6
2009	126,4	27,2
2010	174,1	24
2011	188,1	20,6
2012	255,8	19,1
2013	277,0	19
2014	295,9	18,1
2015	293,3	17
2016	274,9	16,9
2017	305,6	16,9

Tabla 3: Variables para la elaboración del modelo de regresión lineal. Años 2008-2017. **Fuente:** Adaptado del INEC y Ministerio de Finanzas.

Lo antes señalado permite constatar la correlación negativa que existe entre la inversión pública, representada en el eje de abscisas, y del Índice de Pobreza Multidimensional, ubicada en el eje de las ordenadas, reflejada en el coeficiente R2 el mismo que muestra un valor de 0,8193 por lo que se puede mencionar que la variación en los niveles de pobreza del Ecuador está explicada en un 81,9% por el incremento o disminución de la inversión pública en salud, por lo que se sostiene que existe una correlación fuerte entre ambas variables.

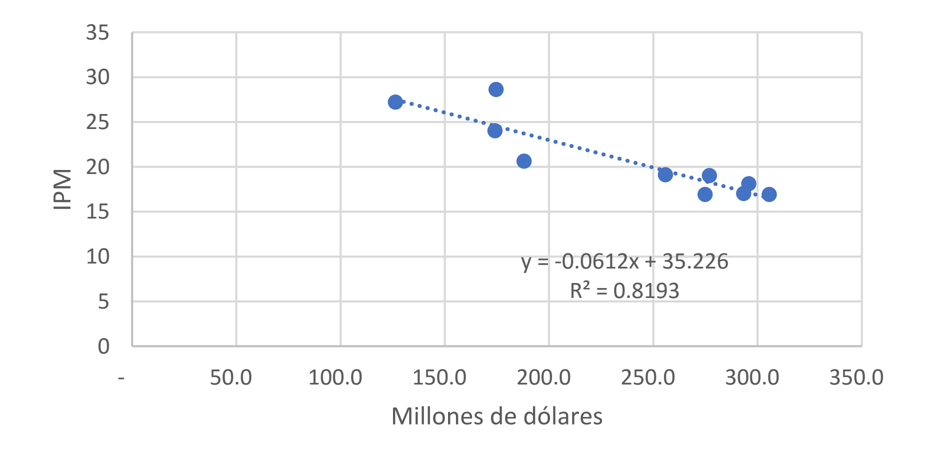


Figura 9: Cálculo de la correlación entre la inversión pública y el IPM nacional. Años 2008-2017. **Fuente:** Adaptado del INEC y Ministerio de Finanzas

La función de correlación se explica de la siguiente forma:

$$Y = b1X + bo \quad (1)$$

Dónde:

Y: Variable dependiente (IPM)
X: Variable independiente (inversión pública)
b1: coeficiente de regresión
bo: el valor base de la ordenada en el punto que X es 0

De modo que, para entender la relación entre las variables, reflejadas en la función presentada en la figura no. 17, que se establece como $Y = -0{,}0612X + 35{,}226$ se puede señalar lo siguiente:

- Si la inversión pública en salud (X) fuera de un valor 0 dejaría como resultado que el IPM (Y) se ubicara en un valor de 35,23%;
- Si X fuera de US$ 100 millones, el resultado de Y sería de 29,11%;
- Si X fuera de US$ 500 millones, el resultado de Y sería de 4,63%.

De tal forma, la fórmula de regresión lineal simple indica que, por cada millón de dólares de incremento en la inversión pública en salud, el IPM se reducirá en 0,0612 puntos, lo que se muestra como un resultado ideal para la consecución de la erradicación de la pobreza en el país, pero que no se vuelve concluyente debido a que existen infinidad de factores que intervienen en el fenómeno socioeconómico a los que la inversión pública en salud no interfiere.

2 Materiales y Métodos

En el presente trabajo se realizó una investigación descriptiva, ya que se establecieron las características y elementos más importantes de las políticas públicas en el sector salud y niveles de pobreza en Ecuador. Igualmente, se aplicó un diseño de investigación documental ya que se consultaron fuentes bibliográficas y digitales de segunda mano, así como leyes e instrumentos jurídicos relacionados con el tema.

Se utiliza la neutrosofía para obtener una mayor interpretabilidad de los términos lingüísticos relacionados con los resultados derivados del análisis de las políticas públicas en el sector salud y niveles de pobreza en Ecuador. Está técnica como método, contribuye a comprender cuales son los indicadores de mayor incidencia en las políticas que inciden en la pobreza presente en Ecuador.

La Neutrosofía es una nueva rama de la filosofía que según [5] estudia el origen, naturaleza y alcance de las neutralidades, así como sus interacciones con diferentes espectros ideacionales, dónde (A) es una idea, proposición, teoría, evento, concepto o entidad; anti (A) es el opuesto de (A); y (neut-A) significa ni (A) ni anti (A), es decir, la neutralidad entre los dos extremos [6]. Etimológicamente neutron-sofía [Frances neutre < Latin neuter, neutral, y griego sophia, conocimiento] significa conocimiento de los pensamientos neutrales y comenzó en 1995.

Su teoría fundamental afirma que toda idea <A> tiende a ser neutralizada, disminuida, balaceada por <noA> las ideas (no solo <antiA> como Hegel planteó) en un estado de equilibrio. <noA> = lo que no es <A>, <antiA> = lo opuesto a <A>, y <neutA> = lo que no es <A> ni <antiA>.

En su forma clásica <A>, <neutA>, <antiA> son disjuntos de dos en dos. Como en varios casos los límites entre conceptos son vagos a imprecisas, es posible que <A>, <neutA>, <antiA> (y <nonA> por supuesto) tengan partes comunes.

Como, por ejemplo; partes de dos en dos. Esta teoría ha constituido la base para la lógica neutrosófica [7], los conjuntos neutrosóficos [8], la probabilidad neutrosófica, y la estadística neutrosófica y múltiples aplicaciones prácticas [9]. Por tal motivo se utiliza en la presente investigación para el análisis de las políticas públicas en el sector salud y niveles de pobreza en Ecuador, para ello se verbaliza la información a tener en cuenta y se emplean los términos lingüísticos que se muestran en la tabla 4, definidos por [10].

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena(EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena(B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media(M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

Tabla 4. Términos lingüísticos empleados. **Fuente**: [10].

Establecido el marco de priorización se obtiene información, a partir de esta información y se selecciona la alternativa ideal, teniendo en cuenta las preferencias de los expertos en las temáticas relacionadas con políticas públicas en el sector salud y niveles de pobreza en Ecuador, los cuales se muestran en la tabla 5.

	x_1	x_2	x_3
c_1	MDB	M	MMB
c_2	B	MMB	B
c_3	B	MDM	MB

Tabla 5. Preferencias según los expertos. **Fuente**: Elaboración propia.

Basado en la información que se obtiene y teniendo en cuenta la tabla 1 y 2, se selecciona la alternativa ideal. A través de los resultados que se obtiene de las distancias, es posible ordenar las alternativas de acuerdo con las preferencias obtenidas y el criterio de los expertos. El cálculo de la distancia se realiza según los valores que se muestran en la tabla 6.



Criterios	Preferencias
x1	0.35355339
x2	0.59160798
x3	0.18484228

Tabla 6. Valores para el cálculo de distancia entre las alternativas y criterios de los expertos. **Fuente**: Elaboración propia

El flujo de trabajo para el establecimiento del marco de evaluación de las políticas públicas en el sector salud y niveles de pobreza en Ecuador, las cuales se representan en términos lingüísticos, donde se encuentra presente la indeterminación, es el que se representa en la figura 10.

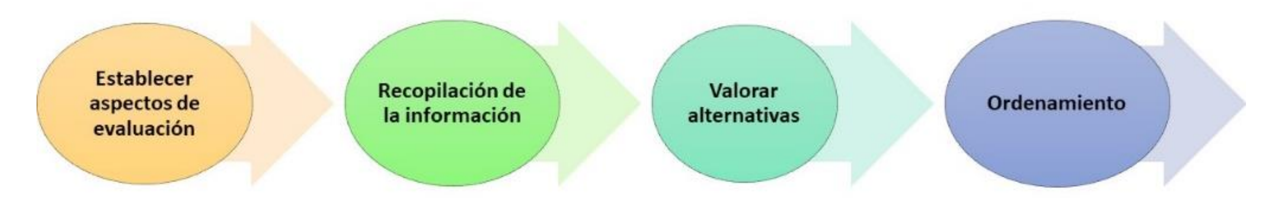


Figura 10. Modelo propuesto. **Fuente:** Elaboración propia.

La descripción detallada, de cada uno de los componentes del modelo para el análisis de las políticas públicas en el sector salud y niveles de pobreza en Ecuador son presentadas a continuación.

1. **Establecer aspectos de evaluación**

En este componente se seleccionan los criterios y las alternativas a ser evaluados con el fin de priorizar estos últimos. El marco de trabajo queda definido de la siguiente forma:

- $C = \{c1, c2, \ldots , cn\}$ con $n \geq 2$, un conjunto de criterios
- $E = \{e1, e2, \ldots, ek\}$ con $k \geq 1$, un conjunto de expertos
- $X = \{x1, x2, \ldots, xm\}$ con $m \geq 2$, un conjunto finito de alternativas

2. Recopilación de la información

Se obtiene información sobre las preferencias de los decisores. El vector de utilidad es representado de la siguiente forma:

- $Pj = \{p_{j1}, p_{j2}, \ldots, p_{jk}\}$, donde p_{jk} es la preferencia en relación al criterio $c_k$de la alternativa x_j

Las valoraciones serán dadas mediante números neutrosóficos de valor único (SVN).

3. Valorar las alternativas

Se evalúan las alternativas y se propone la construcción de la alternativa que emplea operadores de agregación.

4. Ordenar las alternativas

En esta fase de las alternativas se clasifican y la más conveniente es elegida por la función de puntuación [11, 12]. De acuerdo con las funciones de puntuación y precisión para conjuntos SVN-sets, se puede generar un orden de clasificación del conjunto de alternativas [12]. Seleccionar la (s) opción (es) con puntajes más altos. Para ordenar alternativas se usa una función de puntuación [13]:

$$s(V_j) = 2 + T_j - F_j - I_j \quad (1)$$

Adicionalmente se define la función de precisión de la siguiente forma:

$$a(V_j) = T_j - F_j \quad (2)$$

y entonces:

Si $s(Vj\ ) < s(Vi)$, entonces Vj es menor que Vi, denotado como $Vj < Vi$

En caso de $s(Vj\ ) = s(Vi)$

- Si $a(Vj\ ) < a(Vi)$, entonces Vj es menor Vi, denotado por $Vj < Vi$
- Si $a(Vj\ ) = a(Vi)$, entonces $Vj\ y\ Vi$ son iguales, denotado por $Vj = Vi$

RESULTADOS

Al hace uso de la neutrosofía para el análisis de las políticas públicas en el sector salud y niveles de pobreza en Ecuador recomendar las afecciones a tratar en los niños, niñas y adolescentes después de la disolución del matrimonio se obtuvo:

Un marco de evaluación compuesto por un experto que evaluó 3 alternativas:

- x1: (DE) Incidencia de la pobreza en la educación
- x2: (DS) Incidencia de la pobreza en el nivel de vida de los ciudadanos
- x3: (DC) Incidencia de la pobreza en el trabajo y la seguridad social

Y 3 criterios intervienen tal como se muestra a continuación:

- c1: Falta de acceso a la educación superior por razones económicas.
- c2: Privación de acceso a agua y recursos suficientes para un mínimo nivel de alimentación
- c3: Hacinamiento, déficit habitacional, falta de acceso a servicios de recogida de basura sin saneamiento de excretas.

Para evaluar la relación entre los términos lingüísticos de acuerdo a las alternativas y criterios citados, se utiliza la tabla 1. Establecido el marco de evaluación, se procedió a la recopilación de la de información, los resultados en términos lingüísticos, para el presente estudio se muestran en la tabla 7.



	X1	x2	x3
c1	MDB	EB	MB
c2	B	MDB	M
c3	MDB	MDB	B

Tabla 7. Resultados de la recopilación de la información. **Fuente:** Elaboración propia.

El vector de pesos que se emplea es: $W = (0.55, 0.26, 0.19)$. Luego se procedió con la agregación de las opiniones de decisores mediante el operador de agregación SVNWA. Operador que constituye la media ponderada neutrosófica de valor único (SVNWA) propuesto por Ye [15] y definido de la siguiente forma:

$$F_w(A_1, A_2, \ldots, A_n) = \langle 1 - \prod_{j=1}^{n}\left(1 - T_{A_j}(x)\right)^{w_j}, \prod_{j=1}^{n}\left(I_{A_j}(x)\right)^{w_j}, \prod_{j=1}^{n}\left(F_{A_j}(x)\right)^{w_j} \rangle \quad (3)$$

Donde:

$W = (w_1, w_1, \ldots, w_n)$ *es el vector de peso de los* A_j $(j = 1,2, \ldots, n)$ *tal que*, $w_n \in [0,1]$ *y* $\Sigma w_j = 1_{nj}$.

El resultado de muestra en la tabla 8.

	Agregación	Scoring	Ranking
x1	(0.53, 0.4, 0.56)	1.73	2
x2	(0.43, 0.0, 0.0)	2.43	1
x3	(0.66, 0.52, 0.63)	1.62	3

Tabla 8. Resultados de la evaluación. **Fuente**: Elaboración propia.

De acuerdo a la función de puntuación las alternativas quedan ordenadas de la siguiente forma: $x_2 \succ x_1 \succ x_3$. Es decir, que la incidencia de la pobreza en el nivel de vida de los ciudadanos posee un mayor impacto que la incidencia de la pobreza en la educación y que la incidencia de la pobreza en el trabajo y la seguridad social, lo que significa que se debe atender con profundidad las políticas públicas en el sector salud y niveles de pobreza en Ecuador que estén relacionados en particular el nivel de vida de los ciudadanos.

Conclusiones

La inversión pública en salud, en el periodo comprendido en entre los años 2013-2017 ha sido considerablemente impulsada por el Estado ecuatoriano.Los niveles de pobreza por ingresos se han visto reducidos en el periodo 2013-2017, pasando de una incidencia del 25,6% en el 2013 a ser del 21,5% al 2017.

Mientras que la extrema pobreza por este método, se redujo en 0,1 puntos porcentuales en estos años, pasando de 8,5% a 8,4% a nivel nacional.

Los logros alcanzados por el Ecuador testimonian que es posible disminuir la inequidad, aumentar la justicia social y disminuir la pobreza con políticas públicas que expresen la voluntad política de dar solución al problema y que al mismo tiempo van conformando un nuevo paradigma y una métrica alternativa en relación a la pobreza como problema multidimensional y estructural.

El análisis de dispersión permitió demostrar que existe una correlación negativa entre la inversión pública en salud y el Índice de Pobreza Multidimensional, explicando que el incremento en el gasto de inversión en el sector salud explicará en un 81,93% la variación observada en el IPM.

Los resultados obtenidos al aplicar la neutrosofía indican una atención con profundidad a las políticas públicas en el sector salud y niveles de pobreza en Ecuador y en particular aquella relacionadas con el nivel de vida de los ciudadanos. Con el empleo de la neutrosofía se obtuvieron las alternativas de mayor incidencia en la pobreza presente en Ecaudor.

Referencias

[1]. Saicha, M. Historia de la pobreza, (2009). Blogs Diarios

[2]. Cruz, A. La pobreza, (2011). Recuperado de: www.ecuadoreconomica.com/2011/07/la-pobreza-en-ecuador-mas-alla-de-un.html

[3]. Tachong L.E. (2017). Desempleo y su incidencia socioeconómica en la población de Quevedo, periodo 2017, ARJÉ. Revista de Postgrado FaCE-UC. Vol. 12 N° 22. Enero-Julio 2018/ pp.424-431. ISSN Versión electrónica 2443-4442, ISSN Versión impresa 1856-9153.

[4]. INEC. (2017). Recuperado el 16 de enero de 2018, de Instituto Nacional de Estadística y Censos: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home (Costa Rica se estanca en reducción de la pobreza y la desigualdad, 2015), Chile, (Ministerio de desarrollo social , 2014)

[5] F. Smarandache. Neutrosophy, a new Branch of Philosophy, (2002): Infinite Study.

[6] M. Bal, M.M. Shalla, N. Olgun, Neutrosophic Triplet Cosets and Quotient Groups. Symmetry, 2018. 10(4): p.126.

[7] F. Smarandache. A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic, in Philosophy, (1999). American Research Press, p.1-141.

[8] W. Haibin, et al. Single valued neutrosophic sets, (2010): Infinite Study.

[9]. F. Smarandache. A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrosophic Logic: Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability, (2003): Infinite Study.

[10]. R. Şahin, M. Yiğider. A Multi-criteria neutrosophics group decision making metod based TOPSIS for supplier selection, (2014). arXiv preprint arXiv:1412.5077.

[11]. P. Liu, H. Li. Multiple attribute decision-making method based on some normal mean operators. Neural Computing and Applications, (2017). 28(1): p. 179-194.

[12]. P. Biswas, S. Pramanik, B.C. Giri. Value andambiguity index based ranking method of single-valued trapezoidal neutrosophic numbers and its application tomulti-attribute decision making. Neutrosophic Sets and Systems, (2016). 12 (unknown): p. 127-137.

[13]. P. Liu, F. Teng. Multiple attribute decision making method based on normal neutrosophic generalized weighted power averaging operator. International Journal of Machine Learning and Cybernetics, (2018). 9(2): p. 281-293.

[14]. I. Deli. Linear weighted averaging method on SVN-sets and its sensitivity analysis based on multi-attribute decision making problems. (2015).

[15]. J. Ye. A multicriteria decision-making method using aggregation operators for simplified neutrosophic sets. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, (2014). 26(5): p.2459-2466.



UNIVERSITY OF NEW MEXICO, NEUTROSOPHIC SCIENCE INTERNATIONAL ASSOCIATION AND LATIN AMERICAN ASSOCIATION OF NEUTROSOPHIC SCIENCES

Information about the Journal

Neutrosophic Computation and Machine Learning (NCML) is an academic journal that has been created for publications of advanced studies in neutrosophy, neutrosophic set, neutrosophic logic, neutrosophic probability, neutrosophic statistics, Neutrosophic approaches to machine learning, etc. and their applications in any field.

All submitted papers should be professional, in good English or Spanish language, containing a brief review of a problem and obtained results.

All submissions should be designed in using our template.

To submit a paper, e-mail the file to the Editors-in-Chief. To order printed issues, contact the editors. This journal is open-access, non-commercial, academic edition. It is printed for private donations.

The neutrosophics website at UNM is: http://fs.gallup.unm.edu/neutrosophy.htm

The home page of the Journal is accessed on: http://fs.gallup.unm.edu/NCML/

Editors-in-Chief
Prof. Florentin Smarandache, PhD, Postdoc, Mathematics Department, University of New Mexico, Gallup, NM 87301, USA.
Email: smarand@unm.edu

Prof. Maikel Leyva-Vázquez PhD.
Universidad de Guayaquil
Guayaquil Ecuador
E-mail: mleyvaz@gmail.com

ISBN 978-1-59973-562-7